



Universidad  
Carlos III de Madrid

Departamento de Ingeniería Térmica

## PROYECTO FIN DE CARRERA

INSTALACIÓN DE FONTANERÍA EN EDIFICIO DE  
42 VIVIENDAS CON GARAJE/APARCAMIENTOS

Calle Vetusta, nº21 (Alcorcón)

M A D R I D

Autor: Nerea Díaz Zazo

Carrera: Ingeniería Técnica Industrial-Mecánica

Tutor: Néstor García Hernando

NOVIEMBRE 2010

## RESUMEN

El proyecto consta de un edificio de cuarenta y dos viviendas distribuidas en tres portales; contando con catorce viviendas cada portal; además de garaje y zonas comunes situado en Alcorcón (Madrid).

El proyecto consta de tres partes diferenciadas:

1.- Por un lado calcular y diseñar la instalación de fontanería de A.F y A.C.S. obteniendo los siguientes resultados:

El caudal total de la instalación de A.F es 79,21l/s.

El diámetro de la acometida es de 75mm.

El diámetro del tubo de alimentación es de 75mm.

El diámetro del contador general el cual se dimensiona mediante normas de la Comunidad de Madrid es de 50mm.

Contará con 3 contadores divisionarios, uno por portal, cada uno en su armario de contador, con dimensiones mínimas según el CTE, y con diámetros de 50mm a cada contador. En el tramo 5 de 63mm que se trata de un tramo donde hay suma de caudales de baterías en paralelo.

Los diámetros de los ascendentes serán todos de 25mm.

El grupo de presión se sitúa en la planta sótano del portal 3. Consta de 2 bombas de caudal de 213,48l/min, una presión mínima de 40,82m.c.a y una presión máxima de 71,42m.c.a.El depósito acumulador es de 100l de capacidad.

El depósito auxiliar del grupo de presión es de 3500l.

Los diámetros a derivación particular del aparato utilizamos los exigidos por el CTE.

La altura de la derivación más elevada (un lavabo situado en la planta 4 del portal 1) sobre el grupo de presión, es de 15m.(3m por planta).

La pérdida de carga debida a esa diferencia de altura es de 40,72m.c.a.

La potencia del subsistema de apoyo de agua caliente mediante calderas individuales en cada vivienda es de 24Kw.

El caudal total de la instalación de A.C.S es 36,95 l/s.

El diámetro del patinillo a los 3 portales es de 50mm..

El diámetro del tubo de alimentación a todas las plantas de la vivienda es de 32mm.

El diámetro a cada vivienda individuales es de 25mm.

2.- Por otro lado calcular y diseñar la instalación solar térmica para la producción de A.C.S con todos sus componentes, así como el funcionamiento de la misma, teniendo en cuenta las previsiones de demandas mensuales de ACS y los estudios de cargas térmicas del edificio tanto para verano como para invierno.

La demanda de ACS del edificio es de 3388 l/h.

Aportación solar mínima del 66% cumpliendo con la mínima exigida del 60%.

La instalación solar propuesta se ubica en la planta ático del edificio de viviendas.

La instalación está compuesta por un circuito primario por donde circula agua con polileglicol, un circuito secundario por donde solamente circula agua y un circuito de retorno para que a todas las plantas del edificio llegue la misma cantidad de calor.

Está compuesta por 22 colectores conexonados en paralelo.

Un acumulador solar de 4000l de capacidad.

Las tuberías del circuito primario y secundario serán de cobre de 35mm de diámetro.

El intercambiador de calor usado es de 30000W.

El vaso de expansión del circuito primario será de 50l de capacidad, y el del secundario de 150l.

Las bombas del circuito primario, secundario y de retorno serán de 48,14W y tienen un caudal de 2761l/h.

Realización del cálculo medioambiental para obtener 7707,3kg que es la cantidad de CO2 que dejamos de emitir por usar una instalación de energía solar en lugar de una caldera de gas natural para la generación de energía.

3.- Por último, realizar una valoración económica del material, personal, maquinaria, subcontrata...del proyecto que asciende a CIENTO CINCUENTA MIL DOSCIENTOS NOVENTA Y CUATRO EUROS CON OCHO CÉNTIMOS

## **ÍNDICE**

<b>PRESENTACIÓN.....</b>	<b>13</b>
<b>1. LOCALIZACIÓN Y EMPLAZAMIENTO .....</b>	<b>14</b>
<b>2. OBJETIVOS DEL PROYECTO .....</b>	<b>15</b>
<b>MEMORIA A.F Y A.C.S .....</b>	<b>16</b>
<b>1. INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>17</b>
1.1. CONDICIONES DEL PROYECTO .....	17
1.2. AUTOR DE LA MEMORIA .....	17
1.3. COMPAÑÍA SUMINISTRADORA .....	17
<b>2. NORMATIVA .....</b>	<b>17</b>
<b>3. CARACTERÍSTICAS Y DATOS DEL EDIFICIO.....</b>	<b>18</b>
3.1. DESCRIPCIÓN DE LA EDIFICACIÓN.....	18
3.2. TIPOLOGÍAS DE VIVIENDAS.....	19
<b>4. CARACTERÍSTICAS DE LA INSTALACIÓN .....</b>	<b>20</b>
4.1. DESCRIPCIÓN DE LA INSTALACIÓN.....	20
4.2. MATERIALES DE LA INSTALACIÓN .....	21
4.3. ACOMETIDA .....	23
4.4. TUBO DE ALIMENTACIÓN.....	24
4.5. GRUPO DE SOBREELEVACIÓN .....	25
4.6. REDUCCIÓN DE LA PRESIÓN .....	26
4.7. CONTABILIZACIÓN DEL CONSUMO.....	26
4.7.1. CONTADOR GENERAL.....	27
4.7.2. CONTADORES DIVISIONARIOS .....	28
4.8. ASCENDENTES O MONTANTES .....	31
4.9. DERIVACIÓN PARTICULAR .....	32
4.11. DISPOSITIVOS .....	34
<b>CÁLCULOS.....</b>	<b>37</b>

<b>5. CÁLCULOS FONTANERÍA.....</b>	<b>37</b>
5.1. INTRODUCCIÓN.....	37
5.2. CLASIFICACIÓN DE SUMINISTROS.....	39
5.3. CÁLCULO. ....	40
5.4. CAUDALES INSTANTÁNEOS.....	41
5.5. CONSUMOS POR PORTALES.....	44
5.6. CANTIDAD TOTAL APARATOS CON SUS CAUDALES.....	45
5.7. CONSUMOS INSTANTÁNEO MÁXIMO .....	50
5.8. DIÁMETRO DE ACOMETIDA Y TUBO DE ALIMENTACIÓN GENERAL .....	50
5.8.1. ACOMETIDA.....	50
5.8.2. DIÁMETRO DE LAS BATERÍAS DE CONTADORES DIVISIONARIOS.....	50
5.9. DIÁMETRO DEL CONTADOR GENERAL Y DE SUS VÁLVULAS .....	51
5.10. DIÁMETRO DE LOS MONTANTES Y SUS DERIVACIONES.....	52
5.11. DIÁMETRO DE LA LLAVE DE PASO,REGISTRO Y TOMA DEL ABONADO	52
5.12. DIÁMETRO DE LOS RAMALES A APARATO .....	52
5.13. GRUPO DE SOBREELEVACIÓN .....	54
5.13.1. CÁLCULO DE LOS GRUPOS DE PRESIÓN .....	55
5.13.2. DIMENSIONADO .....	57
5.14. PRODUCCIÓN A.C.S .....	61
5.15. DIMENSIONADO RED A.C.S.....	63
<b>MEMORIA INSTALACIÓN SOLAR .....</b>	<b>66</b>
<b>1. INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>67</b>
<b>2. NORMATIVA .....</b>	<b>69</b>
<b>3. DESCRIPCIÓN DE LA INSTALACIÓN.....</b>	<b>69</b>
<b>4. SELECCIÓN CAPTADORES .....</b>	<b>70</b>
4.1. ORIENTACIÓN E INCLINACIÓN .....	71
4.2. SEPARACIÓN.....	71
4.3. CARACTERÍSTICAS .....	72
<b>5. DATOS PREVIOS .....</b>	<b>73</b>

5.1. DATOS METEOROLÓGICOS.....	73
5.1. NECESIDADES MEDIAS MENSUALES .....	74
6. CÁLCULO DEMANDA ENERGÉTICA .....	75
6.1. CONTRIBUCIÓN SOLAR MÍNIMA .....	76
6.2. MÉTODO F-CHART .....	78
7. PÉRDIDAS COLECTORES.....	87
8. FLUIDO CALOPORTADOR .....	88
8.1. FLUIDO PORTANTE .....	89
9. DEFINICIÓN DE LA INTALACIÓN .....	91
9.1. COMPONENTES DEL ESQUEMA.....	93
9.1.1 COLECTORES PLANOS.....	93
9.1.1.1. FUNCIONAMIENTO.....	94
9.1.1.2. PÉRDIDA DE CARGA.....	95
9.1.2 DISIPADORES.....	96
9.1.3 ACUMULADOR SOLAR.....	99
9.1.4. TUBERÍAS.....	100
9.1.4.1. PÉRDIDA DE CARGA.....	102
9.1.5 VASOS DE EXPANSIÓN.....	103
9.1.5.1. DISEÑO CIRCUITO PRIMARIO.....	104
9.1.5.2. DISEÑO CIRCUITO SECUNDARIO.....	105
9.1.6 PURGADORES.....	106
9.1.7 VÁLVULAS.....	106
9.1.8 INTERCAMBIADOR.....	108
9.1.8.1 PÉRDIDA DE CARGA.....	110
9.1.9 BOMBAS .....	541
9.1.9.1 POTENCIA CIRCUITO PRIMARIO,SECUNDARIO Y RETORNO.....	112
10. ESTUDIO MEDIOAMBIENTAL .....	112
10.1. ASPECTOS MEDIOAMBIENTALES .....	112
10.2. AHORRO DE COMBUSTIBLE.....	113
10.3. EMISIONES DE CO <sub>2</sub> EVITADAS .....	115

<b>PLIEGO DE CONDICIONES .....</b>	<b>118</b>
<b>PRESUPUESTO .....</b>	<b>153</b>
<b>CONCLUSIONES.....</b>	<b>169</b>
<b>REFERENCIA Y BIBLIOGRAFÍA .....</b>	<b>171</b>
<b>PLANOS .....</b>	<b>174</b>

## **ÍNDICE DE FIGURAS**

Figura 1: Vista satélite del emplazamiento.....	14
Figura 2: Vista satélite de acceso de carreteras al emplazamiento.....	15
Figura 3: Polietileno de alta densidad.....	22
Figura 4: Símbolo Polietileno de alta densidad.....	22
Figura 5: Tubería Polipropileno.....	23
Figura 6: Símbolo Polipropileno.....	23
Figura 7: Polietileno reticulado.....	23
Figura 8: Acometida de abastecimiento de agua potable.....	24
Figura 9: Tubería de alimentación de agua potable.....	25
Figura 10: Grupo de presión.....	26
Figura 11: Armario o arqueta del contador general.....	27
Figura 12: Contador divisionario.....	29
Figura 13: Dimensiones del armario batería de contadores.....	30
Figura 14: Ascendente o montante.....	32
Figura 15: Llaves de corte en aparatos.....	33
Figura 16: Instalación en cuarto húmedo.....	34
Figura 17: Válvula antirretorno.....	35
Figura 18: Grupo de presión.....	55
Figura 19: Depósito auxiliar del grupo de presión.....	58
Figura 20: Caldera de A.C.S.....	63
Figura 21: Radiación solar en España.....	68
Figura 22: Mapa de las zonas climáticas según CTE.....	77
Figura 23: Gráfico anual A.C.S en Kwh/mes.....	87
Figura 24: pérdidas por orientación e inclinación.....	88



Figura 25: Variación de la temperatura de congelación con polilenglicol.....	90
Figura 26: Esquema circulación forzada: acumulación solar centralizada.....	93
Figura 27: Colector solar plano.....	94
Figura 28: Disipador de calor.....	95
Figura 29: Acumulador solar.....	98
Figura 30: Diagrama de Moody.....	101
Figura 31: Vaso de expansión.....	105
Figura 32: Intercambiador de placas.....	108
Figura 33: Bomba.....	112

## **ÍNDICE DE TABLAS**

Tabla 1: Descripción de la edificación 1.....	19
Tabla 2: Descripción de la edificación 2.....	19
Tabla 3: Caudal instantáneo mínimo para cada tipo de aparato.....	38
Tabla 4: Caudal instantáneo suministro tipo 1.....	42
Tabla 5: Caudal instantáneo suministro tipo 2.....	42
Tabla 6: Caudal instantáneo suministro tipo 3.....	43
Tabla 7: Suministro en zonas comunes y A.C.S.....	43
Tabla 8: Distribución consumos en portales 1 y 3.....	44
Tabla 9: Distribución consumos en portal 2.....	44
Tabla 10: Cantidad total de aparatos con sus caudales.....	45
Tabla 11: Coeficiente de rozamiento de Hazen-Williams.....	47
Tabla 12: Cálculo de los diámetros del edificio A.F.....	48
Tabla 13: Cálculo de los diámetros en grupo de contadores 1.....	49
Tabla 14: Cálculo de los diámetros en grupo de contadores 2.....	49
Tabla 15: Cálculo de los diámetros en grupo de contadores 3.....	50
Tabla 16: Cálculo de los diámetros en tubería de alimentación general.....	51
Tabla 17: Dimensiones interiores mínimas armario contador general.....	51
Tabla 18: Diámetros mínimos de montantes.....	52
Tabla 19: Diámetros mínimos de derivación a aparatos.....	53
Tabla 20: Pérdida de carga.....	54
Tabla 21: Caudal total en edificio.....	59
Tabla 22: Cálculos del grupo de presión.....	60
Tabla 23: Suministro A.C.S.....	61
Tabla 24: Diámetros portal 1 y 3 planta 1.....	63
Tabla 25: Diámetros portal 1 y 3 planta 2 y 3.....	63

Tabla 26: Diámetros portal 1 y 3 planta 4.....	64
Tabla 27: Diámetros portal 2 planta 1.....	64
Tabla 28: Diámetros portal 2 planta 2 y 3 .....	64
Tabla 29: Diámetros portal 2 planta 4.....	64
Tabla 30: Diámetros baterías por plantas portal 1 y 3 .....	65
Tabla 31: Diámetros baterías por plantas portal 2.....	65
Tabla 32: Diámetros patinillo en los 3 portales.....	65
Tabla 33: Características del colector solar.....	72
Tabla 34: Datos meteorológicos Madrid.....	73
Tabla 35: Necesidades medias mensuales y caudal al día.....	74
Tabla 36: Demanda al día según CTE.....	74
Tabla 37: Nºpersonas según dormitorios en edificio .....	75
Tabla 38: Demanda energética.....	76
Tabla 39: Contribución solar mínima según zona en CTE.....	77
Tabla 40: Datos captador solar.....	79
Tabla 41: Factor k inclinación según latitud.....	79
Tabla 42: Tabla resumen.....	80
Tabla 43: Parámetro D1.....	80
Tabla 44: Datos del sistema de acumulación.....	82
Tabla 45: Energía potencial mensual.....	83
Tabla 46: Parámetro D2.....	84
Tabla 47: Fracción solar mensual.....	85
Tabla 48: Fracción solar anual.....	86
Tabla 49: Ángulo acimut e inclinación captadores.....	87
Tabla 50: Pérdidas captadores.....	87
Tabla 51: Propiedades del fluido caloportador.....	89

Tabla 52: Datos mezcla.....	90
Tabla 53: Características del intercambiador de placas.....	107
Tabla 54: Parámetros C y M.....	109
Tabla 55: Ahorro de combustible.....	114
Tabla 56: Composición del gas natural.....	115
Tabla 57: Moles en la composición del gas natural.....	116
Tabla 58: Emisiones de CO2 evitadas.....	117



Universidad  
Carlos III de Madrid

PROYECTO DE  
INSTALACIÓN DE FONTANERÍA EN EDIFICIO DE  
42 VIVIENDAS CON GARAJE/APARCAMIENTOS

Calle Vetusta (Alcorcón)

M A D R I D

# PRESENTACIÓN

## 1 LOCALIZACIÓN Y EMPLAZAMIENTO.

El presente proyecto se situará en los terrenos de la calle vetusta nº21 en Alcorcón (Madrid).



*Figura 1. Vista satélite del emplazamiento.*

La zona elegida es El Ensanche Sur-Cuatro Caminos porque en lo que se refiere a la tipología del barrio previsto, destaca fundamentalmente la reserva de más de 500.000 m<sup>2</sup> (el 25 por ciento de la superficie total) para zonas verdes y alrededor de 320.000 m<sup>2</sup> para equipamientos sociales. El Ensanche Sur contará asimismo con algunas señas de identidad relevantes: acceso directo a través de tranvía con la Línea 10 de Metro, un nuevo acceso a la ciudad a través de la M-50 que conectará con dos vías de ordenación del tráfico, como son la Vía Diagonal, con tres carriles por sentido, y la Ronda de Circunvalación, vía que rodeará todo el ámbito y desviará el tráfico del centro de la ciudad, un carril bici de 9 kilómetros, un gran parque alomado que separará el barrio de la M-50 y otro gran parque central en sentido norte-sur.



*Figura 2. Vista satélite de acceso de carreteras al emplazamiento.*

## **2. OBJETIVOS DEL PROYECTO**

- 1.- Definir las características técnicas de la INSTALACIÓN DE FONTANERÍA para el suministro de agua sanitaria, en conformidad con la normativa actual vigente, que es necesaria realizar en un EDIFICIO DE USO RESIDENCIAL DE 42 VIVIENDAS CON GARAJE Y ZONAS COMUNES situado en Alcorcón (Madrid).
- 2.- Diseñar una INSTALACIÓN SOLAR TÉRMICA que satisfaga las necesidades de Agua Caliente Sanitaria, cumpliendo las especificaciones del Código Técnico de Edificación (CTE) en relación con el aporte solar mínimo, en un EDIFICIO DE USO RESIDENCIAL DE 42 VIVIENDAS CON GARAJE Y ZONAS COMUNES situado en Alcorcón (Madrid).
- 3.- Así mismo se pretende obtener todos los permisos necesarios y licencias pertinentes de los Organismos Oficiales que corresponden a este tipo de instalación.
- 4.- Por último, realizar una valoración económica del proyecto.



Universidad  
Carlos III de Madrid

PROYECTO DE  
INSTALACIÓN DE FONTANERÍA EN EDIFICIO DE  
42 VIVIENDAS CON GARAJE/APARCAMIENTOS

Calle Vetusta (Alcorcón)

M A D R I D

MEMORIA A.F Y A.C.S



## **1 INTRODUCCIÓN**

### **1.1. CONDICIONES DEL PROYECTO**

El presente proyecto está redactado atendiendo a las determinaciones contenidas en apartado el DB-HS4 del Código Técnico de la Edificación [3], así como las “Normas sobre documentación, tramitación y prescripciones técnicas de las instalaciones interiores de suministro de agua”, aprobadas el 12 de Abril de 1996

Comprende los siguientes puntos:

- Memoria
- Cálculos
- Pliego de Condiciones
- Presupuesto
- Planos

### **1.2. AUTOR DE LA MEMORIA**

El autor del presente Proyecto es el Ingeniero Dña. Nerea Díaz Zazo, que recibe el encargo en misión completa, con estudio profesional en el municipio de Getafe, calle Gandhi nº 12 (Perales del Río) y cuenta con NIF-70581846K

### **1.3. COMPAÑÍA SUMINISTRADORA**

El abastecimiento se realizará mediante toma practicada en la red pública exterior al edificio, gestionada por el Canal de Isabel II.

Dicha toma se sitúa en la vía pública conforme se indica en planos de proyecto y se realizará según disposiciones de la Compañía Suministradora.

## **2 NORMATIVA**

A continuación se recogen las normas, reglamentos, disposiciones oficiales, recomendaciones y otros documentos que se aplican en este proyecto de instalaciones. REAL DECRETO 314/2006, de 17 de marzo, por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación [6].

- Documento Básico HS4, Suministro de agua del REAL DECRETO 314/2006, de 17 de marzo, por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación[3].
- Normas particulares de la compañía suministradora [28].
- Normas UNE, de obligado cumplimiento, para el dimensionado de tuberías y, en general, cualquier otro elemento de la Instalación de agua [14][15][16][17][18].
- Reglamento del suministro domiciliario de agua. Decreto 120/91 de 11 de Junio [7].
- Normas Técnicas de la Edificación, Instalaciones de Agua Caliente y Agua Fría (NTE-IFC y NTE-IFF) [12][13].
- Orden 2106/1994 de 11 de noviembre de la Consejería de Economía de la Comunidad de Madrid por la que se establecen normas sobre documentación, tramitación y prescripciones técnicas de las instalaciones interiores de suministro de agua [21].
- Orden 1307/2002, de 3 de abril, de la Consejería de Economía e Innovación Tecnológica, por la que se establecen normas complementarias sobre tramitación de expedientes de instalaciones interiores de suministro de agua [22].
- Ley de prevención de Riesgos Laborales 31/1995 de 8 de Noviembre de 1995 (B.O.E. del 10 de Noviembre de 1995)[5].
- Ministerio de Trabajo) [2].

### **3 CARACTERÍSTICAS Y DATOS DEL EDIFICIO**

#### **3.1 . DESCRIPCIÓN EDIFICACIÓN**

La edificación está compuesta por un bloque de viviendas distribuidas en tres portales. El edificio contará con dos plantas sótano y cuatro plantas sobre rasante en los que se distribuyen las viviendas de la siguiente manera:

NºVIVIENDAS			
PLANTA	PORTAL 1	PORTAL 2	PORTAL 3
BAJA	0	0	0
PRIMERA	4	4	4
SEGUNDA	4	4	4
TERCERA	4	4	4
CUARTA	2	2	2
TOTAL	14	14	14

Tabla 1. Descripción de la edificación 1

### 3.2. TIPOLOGÍA DE VIVIENDAS.

	VIVIENDA TIPO	NºDORMITORIOS	NºNBAÑOS	NºVIVIENDAS
PLANTA 1ª	VT-1	3	1	2
	VT-2	3	2	2
	VT-3	2	1	2
	VT-4	3	2	2
	VT-5	3	2	2
	VT-6	3	2	2
PLANTA 2ª				
	VT-3	2	1	4
	VT-4	3	2	4
PLANTA 3ª				
	VT-3	2	1	4
	VT-4	3	2	4
PLANTA 4ª				
	VT-7	2	2	2
	VT-8	2	2	2
	VT-9	3	2	1
TOTAL	VT-10	3	2	1
				42

Tabla 2. Descripción de la edificación 2

## **4 CARACTERÍSTICAS Y CÁLCULOS DE LA INSTALACIÓN.**

### **4.1 . DESCRIPCIÓN DE LA INSTALACIÓN**

La instalación consta de una acometida, que parte de la red general que discurre hasta el armario contador general situado en el límite de la propiedad dónde se hallará situada una llave de toma, una de registro y otra de paso donde comienza la tubería de alimentación, que enlaza con la instalación interior del inmueble. La unión de la acometida con el tubo de alimentación se realiza con una llave de paso situada dentro del inmueble y en una arqueta impermeabilizada con medidas reglamentarias.

Desde aquí la tubería baja al sótano y discurre por el techo de este hasta llegar al cuarto de grupos de presión ubicado en planta baja.

Desde el grupo de presión, las tuberías discurren hasta los cuarto de contadores, uno por cada portal 1, situados en la planta baja del edificio.

Los contadores están colocados en las baterías de contadores divisionarios, ubicadas en los cuartos de fontanería de la planta baja, teniendo acceso a ellos por medio de una puerta.

Desde los montantes, se realiza el recorrido horizontal de cada planta, abasteciendo a cada vivienda. A la entrada de la vivienda se situará una llave de corte para poder aislarla.

La distribución en los cuartos húmedos se realizará colgada por los falsos techos siendo fácilmente registrables. La acometida a los aparatos discurrirá empotrada y protegida mediante tubo de PVC corrugado, desde la red horizontal en techo hasta la alimentación al aparato. En los pasos a través de muros de fábrica se dispondrán pasatubos. Por recorrido paralelo discurrirán las tuberías de ACS.

Las tuberías de agua fría y caliente sanitaria irán provistas de aislamiento anticondensación según RITE ITE 02-10 [20].

La producción de ACS se realizara mediante calderas individuales situadas en el tendadero de las viviendas tal y como se representa en los planos adjuntados de la instalación de fontanería.

Todos los aparatos sanitarios contarán con una llave de corte oculta, a excepción de las bañeras.

Se dispondrán, además de la toma de agua fría prevista para la conexión de la lavadora y el lavavajillas, sendas tomas de agua caliente para permitir la instalación de equipos bitérmicos.

Se han dejado tomas previstas para el llenado de la instalación de calefacción.

Todos los aparatos sanitarios irán provistos del correspondiente cierre hidráulico mediante sifón individual o bote sifónico.

La recogida de aguas fecales se realiza mediante bajantes provistas de ventilación primaria a las que se conectan los desagües de los aparatos sanitarios.

La pendiente mínima en las redes de saneamiento cuando discurren colgadas será del 1,5 %.

#### **4.2 .MATERIALES DE LA INSTALACIÓN**

Se han seleccionado los materiales de la instalación considerando:

- la calidad y composición del agua a transportar y almacenar.
- la incompatibilidad de materiales entre sí y con el agua.
- la adaptación a las condiciones generales del edificio en cuanto a su uso y construcción.
- Por otro lado, se han seguido las especificaciones contenidas en el apartado 6.2 “Condiciones particulares de las conducciones” del DB HS4 del C.T.E.[3]

Los tipos de tubería que se emplearán son los que detallamos a continuación, para cada zona de la instalación:

- Acometida: Tubería de Polietileno de alta densidad PEAD, según normas UNE EN 1221:2003 [14]
- Alimentación: Tubería de Polietileno de alta densidad PEAD, según normas UNE EN 1221:2003 [14].

- Ascendentes: Tubería de Polietileno Reticulado (PEX), según normas UNE EN ISO 15875:2004 [15]
- Suministro: Tubería de Polietileno Reticulado (PEX), según normas UNE EN ISO 15875:2004 [15]. Las tuberías llevarán aislamiento anticondensación mediante espuma elastómera de 9mm de espesor para agua fría y 25mm para agua caliente (espesores según RITE ITE 02-10) [19].
- Los montantes y tuberías de los servicios comunes: Tubería de polipropileno (PP) según Norma UNE EN ISO 15874:2004 [16]
- Las tuberías empotradas llevarán protección mediante tubo de PVC corrugado, el cual será rojo para agua caliente y azul para agua fría.
- El resto de materiales de la instalación cumplen lo reseñado y se describen adecuadamente en las mediciones y presupuesto del proyecto.



*Figura 3. Polietileno alta densidad*



*Figura 4. Símbolo polietileno alta densidad*



Figura 5. Tubería prolipopileno

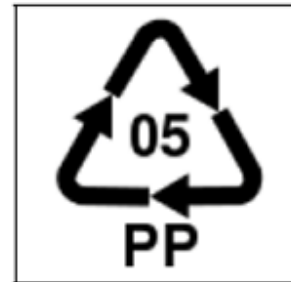


Figura 6. Símbolo prolipopileno



Figura 7. Polietileno Reticulado

#### 4.3 .ACOMETIDA

Los elementos que compondrán la acometida se muestran en la figura 8 y se describen a continuación:

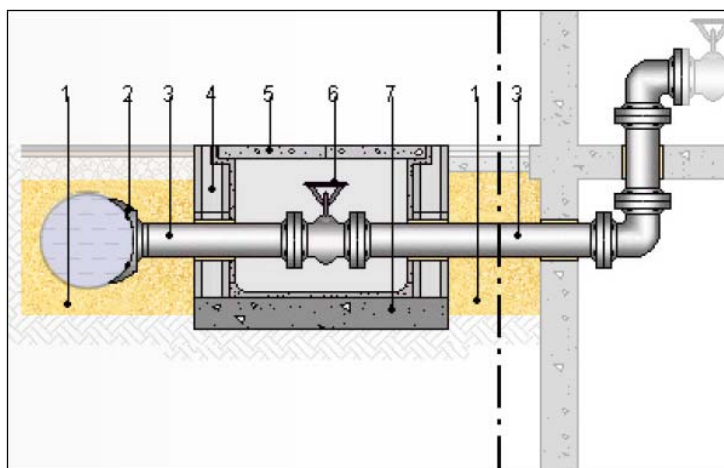
La toma mencionada de la red exterior contará con la correspondiente llave de toma con el fin de permitir maniobras en la acometida sin necesidad de interrumpir el servicio de la tubería general.

Desde dicha llave de toma, parte la tubería de acometida en la que se situará la llave de registro de la Compañía Suministradora, atravesando a continuación el muro de cerramiento del edificio, tal como se indica en planos, mediante el correspondiente pasatubos.

Finalizando la acometida se dispone de la llave de paso general al edificio, instalada en una arqueta adecuada con el correspondiente desagüe a la red pública de saneamiento.

Para la instalación de la acometida se utilizará preferentemente tubería de Polietileno de alta densidad (PEAD).

- 1: Cama de arena.
- 2: Collarín de toma en carga.
- 3: Tubería.
- 4: Arqueta.
- 5: Tapa de arqueta.
- 6: Llave de corte.
- 7: Solera de hormigón.



*Figura 8. Acometida de abastecimiento de agua potable.*

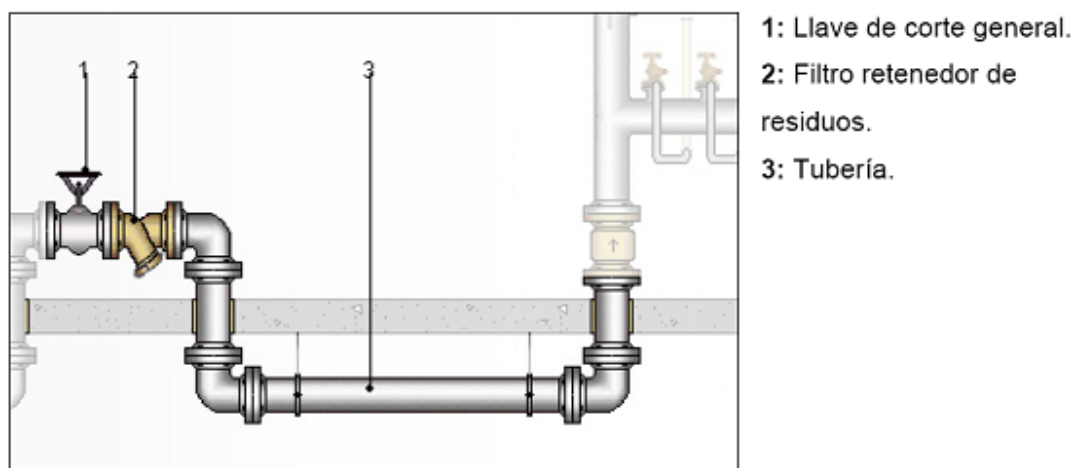
#### **4.4.TUBO DE ALIMENTACIÓN**

Desde la anteriormente citada llave de paso, parte la tubería de alimentación a la instalación interior del edificio, hasta el contador general, grupos de sobreelevación y a las baterías de contadores, que en este caso serán tres.

Para la instalación de la tubería de alimentación se utilizará preferentemente tubería de Polietileno de alta densidad (PEAD), la cual discurre de forma vista en todo su recorrido y por las zonas descritas en los planos del proyecto.



Con el fin de proteger la red de distribución del retorno de aguas sucias, se recomienda la instalación de una “válvula de retención”, que estará situada sobre el tubo de alimentación justo antes de las baterías de contadores o justo después del contador general.



*Figura 9. Tubería de alimentación de agua potable.*

#### **4.5.GRUPO DE SOBREELEVACIÓN**

Al tratarse de una instalación de fontanería a realizar en un edificio situado en la Comunidad de Madrid y que cuenta con 4 plantas sobre rasante, las Normas de dicha Comunidad [27] impone, en su apartado TERCERO, la incorporación obligatoria de un grupo de presión que garantice el suministro al punto de consumo hidráulicamente más desfavorecido.

Como puede verificarse en la Memoria de Cálculo se ha previsto la instalación de grupos de presión con variador, es decir a caudal variable, que garantice dicho abastecimiento.

Contarán con sendos depósitos partidores–acumuladores, un grupo de motobombas y depósito de presión.

Cada uno de estos elementos, así como su montaje e instalación, se atenderá a lo dispuesto en el Pliego de Condiciones Técnicas Particulares de la instalación.

De igual manera se cumplirá lo que dictamina al respecto de los grupos de sobreelevación, el apartado 3.2.1.5 “Sistemas de control y regulación de presión” del DB HS4 de C.T.E [3].

Estarán situados, según se puede ver en planos de proyecto, en un local diseñado al efecto, en la planta baja del edificio.

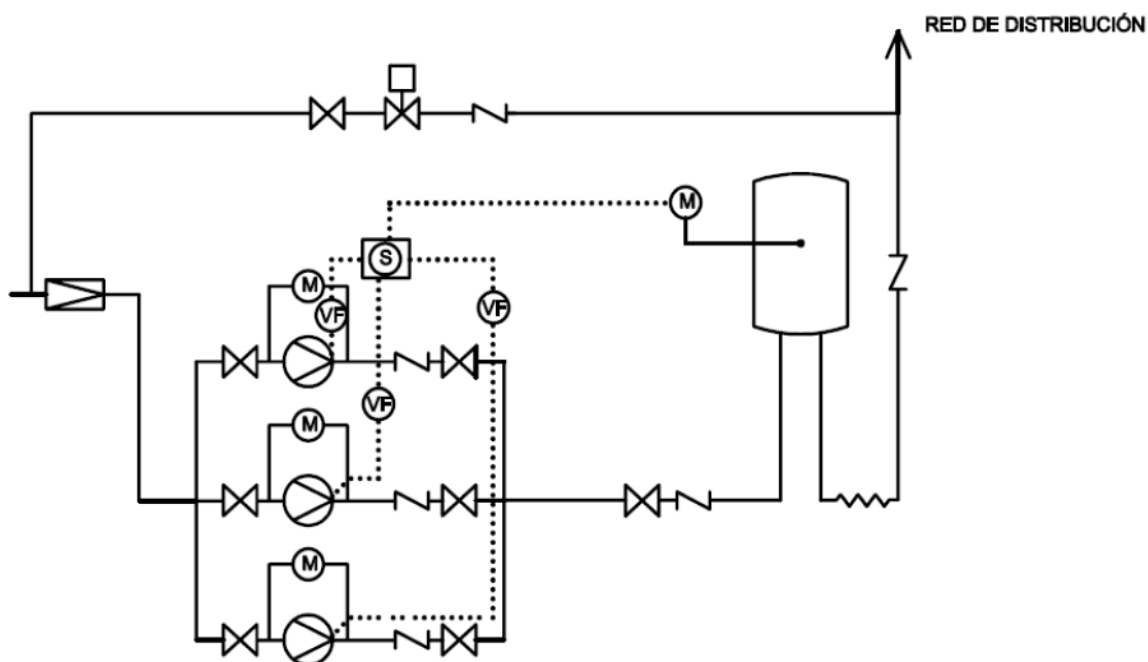


Figura 10 Grupo de presión.

#### 4.6 .REDUCCIÓN DE LA PRESIÓN

Se instalarán válvulas reductoras cuando la presión de servicio de la red de distribución de A.F. exceda de 50,9 m.c.d.a, tal como se indica en el punto 2.1.3. “Condiciones mínimas de suministro” del DB HS4 de C.T.E [3].

#### 4.7 .CONTABILIZACIÓN DEL CONSUMO

Dado que se trata de un edificio dividido en múltiples propiedades, se ha de contabilizar tanto el consumo total, mediante contador general, como el consumo particular, mediante la correspondiente batería de contadores, tal como se indica en el apartado SEXTO de las Normas sobre documentación y puesta en servicio de las instalaciones receptoras de agua de la Comunidad de Madrid [27], así como en Normas de Suministro de Agua del Canal de Isabel II[28].

#### 4.7.1 CONTADOR GENERAL

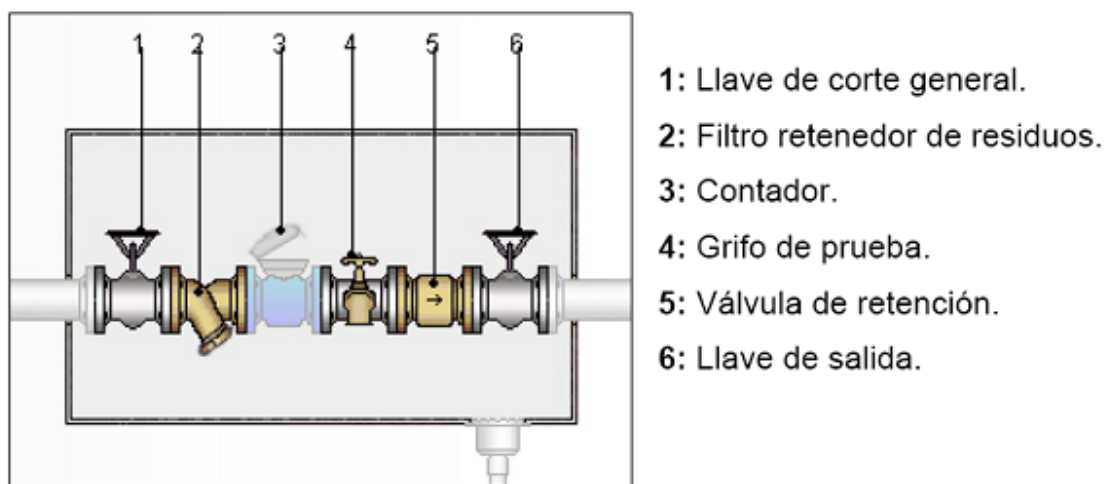
El aparato responderá a las características reseñadas en el apartado QUINTO de las Normas de la C.A.M [27].

Su tipo y diámetro se fijarán de acuerdo con las Normas para el Abastecimiento de Agua de Canal de Isabel II [28].

De igual manera y conforme se especifica en el punto 4.1. “Reserva de espacio en el edificio” del DB HS4 de C.T.E.[3], el alojamiento del contador general se realizará en armario situado según se indica en planos de proyecto, cumpliendo con las dimensiones referidas en dicho artículo.

Inmediatamente después del contador general se instalará un grifo de comprobación, para su verificación, y una válvula de retención para evitar el retorno de agua a la red general. A continuación se instalará una llave de paso para aislamiento del contador general y la instalación interior del inmueble con el fin de realizar operaciones de comprobación o reparación.

Contará con las llaves y válvulas que se describen en los planos de proyecto y en el orden que ahí figure, ejecutándose según se prescribe en el Pliego de Condiciones Técnicas Particulares.



*Figura 11 Armario o arqueta del contador general.*

#### 4.7.2 CONTADORES DIVISIONARIOS

Cada una de las propiedades particulares del edificio, así como las derivaciones a los servicios comunes del mismo, dispondrá del correspondiente contador divisionario.

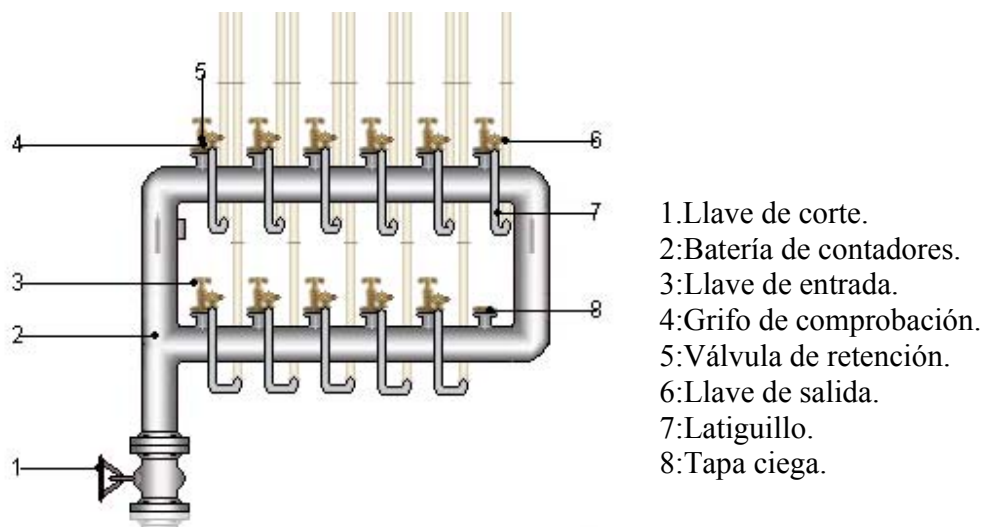
Dichos contadores se instalarán en batería según lo dispuesto en el apartado SEXTO de las Normas sobre documentación y puesta en servicio de las instalaciones receptoras de agua de la Comunidad de Madrid [27].

En cualquier caso, será el referente obligado para su situación e instalación. Y de la misma manera que en el caso del contador general, se dispondrá de dispositivos de comprobación.

Dichas baterías de contadores estarán alojadas concretamente en local situado en la planta baja del inmueble, tal como se indica en los planos del proyecto y como puede verse en estos, su acceso se produce desde zona de uso común.

Las dimensiones del alojamiento serán como mínimo las que figuran en el Anexo 1 de las Normas de la Comunidad de Madrid [27] al igual que sus requisitos de instalación.

La Batería de contadores divisionarios irá situada al final del tubo de alimentación, formando circuitos cerrados todos los tubos que la componen. En ningún caso se pondrán más de 3 tubos horizontales. Dispondrá de dispositivos para control de contadores sin necesidad de tener que desmontarlos. El diámetro de los tubos de la Batería será el mismo que el del tubo de alimentación correspondiente.



*Figura 12 Contador divisionario.*

La batería de la que se derivan las tomas para cada vivienda, local o servicio y el armario en que se aloja deberán reunir las condiciones siguientes:

- Los armarios que albergan las baterías distribuidoras están situados en lugar, lo más próximo posible a la entrada de los bloques, en planta baja, de fácil y libre acceso, de uso común en el inmueble, se destinara a uso exclusivo para todo lo relacionado con agua potable y dispone de cerradura de cuadradillo de 8 x 8 milímetros. Están dotados de iluminación eléctrica y desagüe suficiente al alcantarillado con cota adecuada, provisto de sifón y convenientemente ventilado.
- La fila superior de contadores queda como máximo a 1,30 metros de altura desde el suelo y como mínimo a 0,50 metros del techo. La fila inferior quedara situada como mínimo a 0,30 metros del suelo.
- La batería, dispone de tomas originales suficientes para atender a todas las viviendas, locales y servicios existentes en la finca.
- Los servicios comunes al inmueble, tales como riegos, garaje, etc. Se atienden mediante toma derivada de la batería. Si alguno de estos servicios, necesita un calibre superior a 30 mm, tendrá una acometida independiente.
- En la batería figurará perfectamente identificadas esquemáticamente y relacionadas las tomas de alimentación de cada vivienda, local o servicios

existentes en la misma, de forma que esta identificación sea de material inalterable y no sufra deterioro.

- La batería que disponga de más tomas de alimentación que las viviendas, locales y servicios existentes en el portal o escalera en que esta instalada, estarán debidamente condenadas con bridas ciegas.
- Todas las tomas que se vayan a contratar tienen instalada la llave anterior al contador con un tapón y junta que impida el paso del agua.
- Las dimensiones mínimas de los armarios de baterías de contadores son:

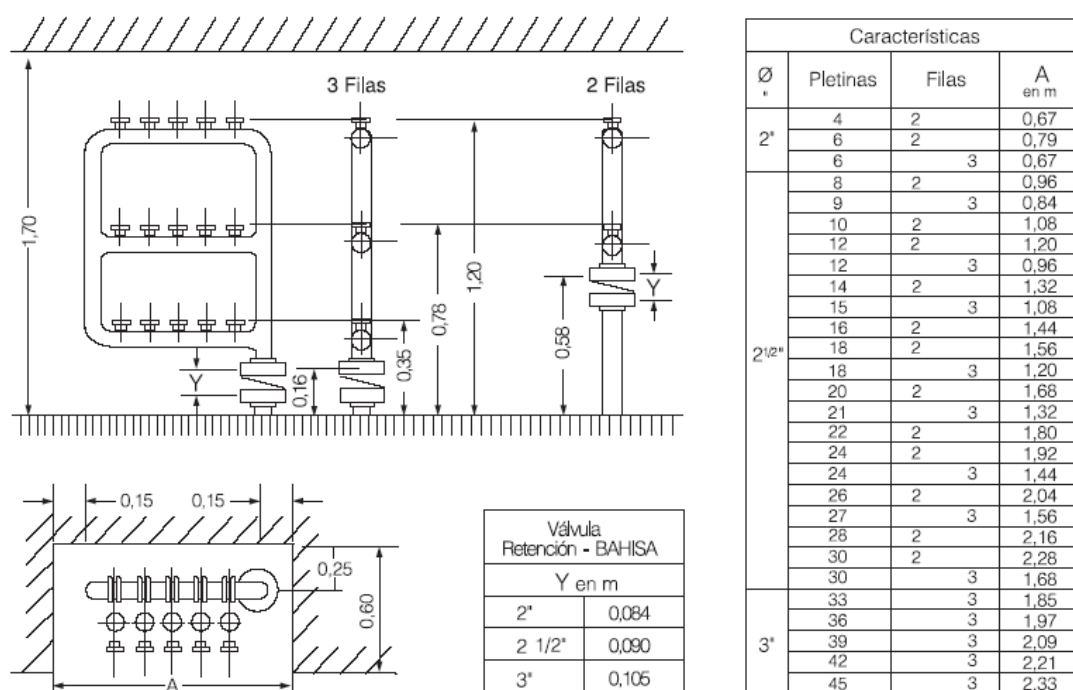


Figura 13. Dimensiones del armario batería de contadores.

Las baterías previstas son las siguientes:

PORTAL 1

Batería con capacidad para 15 tomas, para los siguientes servicios:

- 1 toma para servicios comunes.
- 14 tomas para viviendas.

## PORTAL 2

Batería con capacidad para 15 tomas, para los siguientes servicios:

14 tomas para viviendas.

1 tomas para Energía Solar

## PORTAL 3

Batería con capacidad para 14 tomas, para los siguientes servicios:

14 tomas para viviendas.

### **4.8 .ASCENDENTES O MONTANTES**

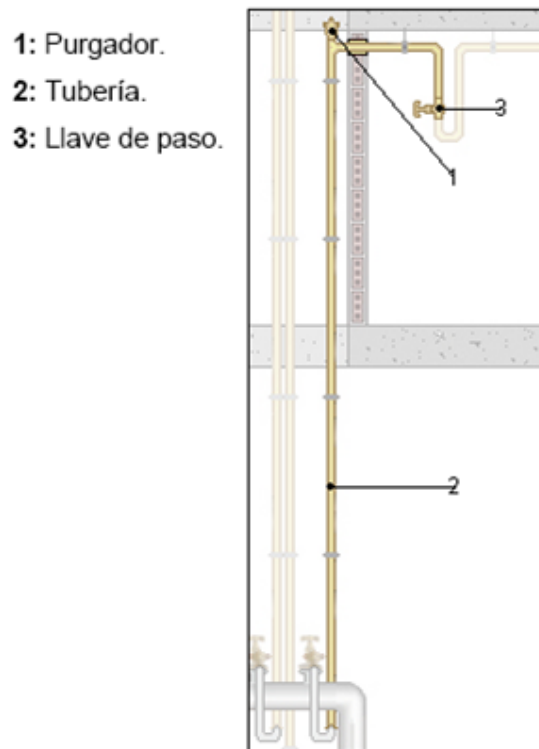
El “tubo ascendente o montante” es el tubo que une la salida de contador con la instalación interior particular (esta tubería debe ser capaz de tomar la forma necesaria para enlazar la salida del contador con la llave de paso del abonado).

Los montantes o ascendentes discurrirán por espacios de uso común, como se describe en planos de proyecto, hasta las correspondientes derivaciones particulares.

En cualquier caso, responderán a lo reseñado para estos tubos en el punto 3.2.1.2.6. “Ascendentes o montantes” del DB HS4 de C.T.E [3].

En su parte superior dispondrán de dispositivos de purga, tal como se especifica en el Pliego de Condiciones Técnicas Particulares.

Igualmente, en su parte inferior llevarán una llave de corte con grifo de vaciado y una válvula de retención, colocada ésta en primer lugar según el sentido de circulación del agua. Se admitirán las válvulas combinadas.



*Figura 14. Ascendente o montante.*

#### **4.9.DERIVACIÓN PARTICULAR**

Llamaremos “derivación particular” a la tubería que parte de la llave de paso del abonado y distribuye el agua a la vivienda hasta la “derivación del aparato”.

La derivación particular deberá trascurrir por arriba, normalmente por falso techo, a una distancia no superior a 10 cm. del techo, manteniéndose horizontal a ese nivel.

La “llave de paso del abonado” se halla instalada sobre el tubo ascendente o montante en un lugar accesible para el abonado.

De esta manera el abonado podrá cerrarla para dejar sin agua su vivienda en caso que fuera necesario.

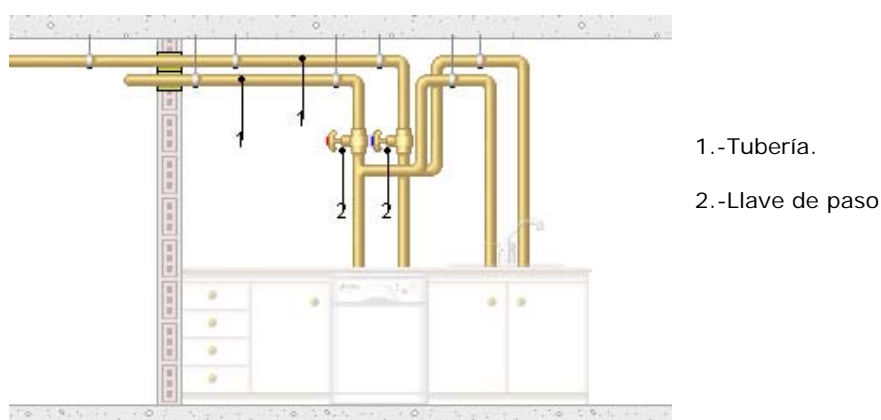
Las “derivaciones del aparato”, que unen verticalmente la instalación con los diferentes aparatos (caldera, lavabos, inodoros, etc...).

Tanto su diseño como su ejecución se harán en función tanto de lo prescrito en el punto 3.2.1.3. “Instalaciones particulares” del DB HS4 de C.T.E [3].



Parten del tubo ascendente o montante, y hacen su entrada junto al techo de la propiedad individual, manteniéndose a este nivel en todo su recorrido. Ubicándose la llave de corte general en el interior del patinillo de ascendentes. Desde esta derivación salen los ramales de entrada a los diferentes aparatos de consumo, en forma descendente.

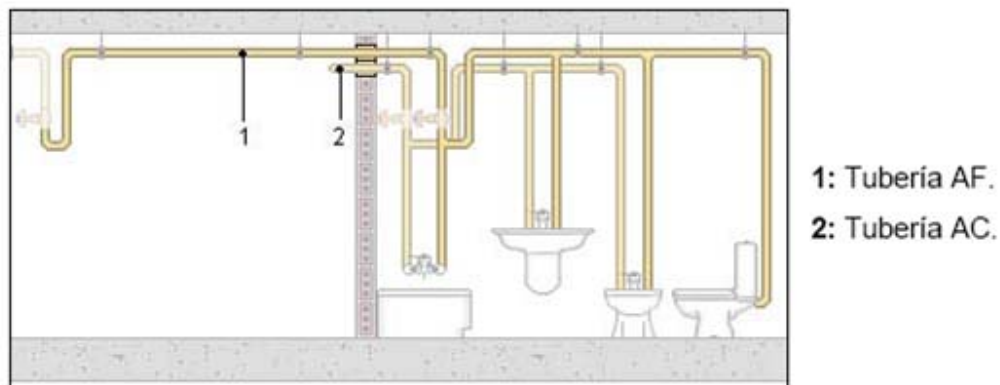
A la entrada de la derivación se instalará una llave de paso de abonado, accesible para su manipulación y con objeto de poder cortar el suministro a la propiedad de forma independiente.



*Figura 15. Llaves de corte en aparatos.*

Cada uno de los locales húmedos de la propiedad individual dispondrá de llaves de corte para poder cerrar el abastecimiento al mismo. La acometida a estos locales húmedos se hará de forma que mantengan su independencia de uso, de manera que el posible corte de suministro en uno de ellos no afecte al resto.

Toda la instalación interior de fontanería y agua caliente sanitaria (A.C.S.) se realizará con tubería de Polietileno Reticulado (PEX).



*Figura 16. Instalación en cuarto húmedo.*

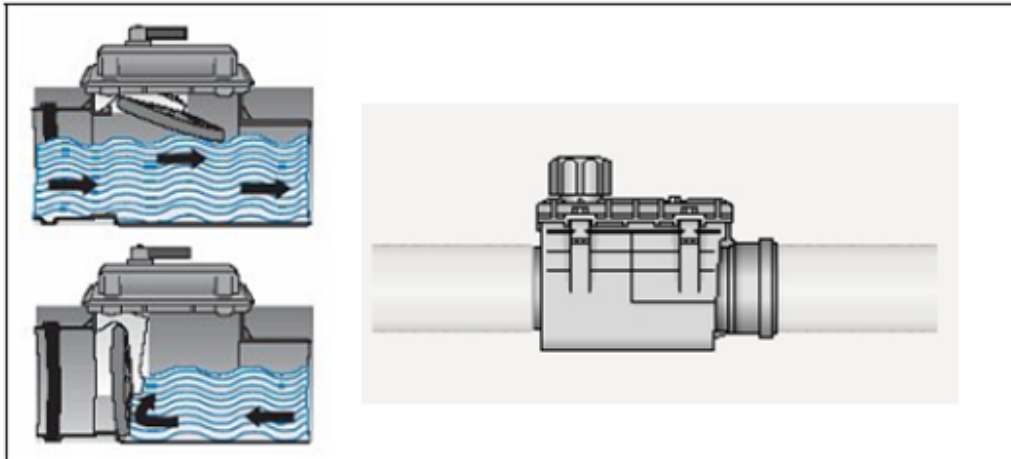
#### 4.10. DISPOSITIVOS

Se dispondrán válvulas de corte y de vaciado al pie de cada montante, de manera que con una adecuada distribución del agua se asegure el servicio en las restantes columnas de forma que el número máximo de montantes sin servicio nunca será superior a uno, la red de abastecimiento del edificio queda perfectamente aislada por sectores para caso de avería y/o limpieza, ya que está formada por redes independientes.

Además existirán los siguientes dispositivos:

- En la acometida, un racor en te o un collar de toma y una llave de paso colocada en una arqueta formada por una campana de fundición y una caja de ladrillo.
- En los contadores, que serán de velocidad de chorro único, dos válvulas de bola y dos tramos rectos de tubería de una longitud mínima de 10 veces el diámetro del contador, tanto a la entrada como a la salida del mismo y siempre en posición horizontal.
- Válvulas de bola, en la entrada a las viviendas y circuitos interiores. Podrán instalarse también en pie de montantes.
- Llaves de paso en la entrada y salida de los generadores de agua caliente.

- Válvulas de retención, aguas abajo de la correspondiente llave de paso y en general en todos aquellos puntos donde pueda haber retornos. (según el apartado 2.1.2 del documento HS4 del CTE [3] para evitar la inversión del sentido del flujo en los puntos que figuran a continuación, así como en cualquier otro que resulte necesario).



*Figura 17 Válvula antirretorno.*

- Si en el transcurso de la instalación se viera necesario, se instalarían válvulas reductoras de presión, de seguridad y filtros coladores (estos últimos siempre recomendables).



Universidad  
Carlos III de Madrid

PROYECTO DE  
INSTALACIÓN DE FONTANERÍA EN EDIFICIO DE  
42 VIVIENDAS CON GARAJE/APARCAMIENTOS

Calle Vetusta, nº 21 (Alcorcón)

M A D R I D

# CÁLCULOS

## **5. CÁLCULOS FONTANERÍA**

### **5.1. INTRODUCCIÓN**

Los cálculos de las redes de agua fría y caliente se realizarán en base a la determinación de los diámetros y disposición de codos y derivaciones, de modo que la velocidad del agua no sea mayor de 1,5 m/s. Aunque el suministro y presión de la zona están garantizados, se prevén sistemas de grupos de presión que aseguren la continuidad del servicio a la presión necesaria.

La mezcla de agua fría y caliente se regulará por la instalación de hidromezcladores manuales de tipo monomando en los puntos de consumo disponiendo todos ellos del correspondiente desagüe. Todas las alimentaciones a cada vivienda situadas en la cocina llevarán su llave de alimentación, y todos los cuartos húmedos tendrán llave de regulación oculta para el agua fría y caliente, de tal manera que permita la independencia en su uso parcial. En cada columna de suministro se instalarán las correspondientes llaves de vaciado, y la instalación de agua caliente, que es individual por vivienda, podrá purgarse por sus respectivas llaves. Las calderas individuales de producción de agua caliente se instalarán de forma que permita su fácil reparación o sustitución, situándose tanto en la entrada como en la salida de las mismas, llaves de paso que permitan el corte del fluido.

La red se calculará y proyectará de tal manera que admita el doble de la presión de servicio, con un mínimo de  $1,5 \text{ Kg/cm}^2$ , no estando expuesta a las heladas en ningún tramo.

Para el cálculo de los caudales simultáneos de demanda instantánea se ha tenido en cuenta que la producción de Agua Caliente Sanitaria será Individual en cada Suministro.

Al estar situada la producción de Agua Caliente Sanitaria en el interior del suministro, proyectamos dos circuitos independientes dentro del mismo, uno para agua fría y otro para agua caliente sanitaria.

Podemos establecer que para el dimensionado de la red, los aparatos productores de calor individuales (calentadores instantáneos de gas, acumuladores eléctricos, etc.) no alteran los datos de partida.

Saliendo del suministro, por consiguiente, desde el comienzo de la derivación al mismo hasta la acometida, dispondremos un único circuito, cuyo cálculo lo realizaremos con la suma de los caudales simultáneos de agua fría más un grifo más de agua caliente.

Los caudales instantáneos mínimos a considerar son los establecidos en el Artículo 1.2.1 de la Orden de 9 de diciembre de 1975 por la que se aprueban las "Normas Básicas para las instalaciones interiores de suministro de agua", y en el Artículo 2.1.3 del CTE (Código Técnico de la Edificación de Marzo del 2006) [20][3].

Tipo de aparato	Caudal instantáneo mínimo de agua fría [dm <sup>3</sup> /s]	Caudal instantáneo mínimo de ACS [dm <sup>3</sup> /s]
Lavamanos	0,05	0,03
Lavabo	0,10	0,065
Ducha	0,20	0,10
Bañera de 1,40 m o más	0,30	0,20
Bañera de menos de 1,40 m	0,20	0,15
Bidé	0,10	0,065
Inodoro con cisterna	0,10	-
Inodoro con fluxor	1,25	-
Urinarios con grifo temporizado	0,15	-
Urinarios con cisterna (c/u)	0,04	-
Fregadero doméstico	0,20	0,10
Fregadero no doméstico	0,30	0,20
Lavavajillas doméstico	0,15	0,10
Lavavajillas industrial (20 servicios)	0,25	0,20
Lavadero	0,20	0,10
Lavadora doméstica	0,20	0,15
Lavadora industrial (8 kg)	0,60	0,40
Grifo aislado	0,15	0,10
Grifo garaje	0,20	-
Vertedero	0,20	-

*Tabla 3. Caudal instantáneo mínimo para cada tipo de aparato.*

A estos consumos se añadirán los correspondientes a locales comerciales y baldeo de limpieza del garaje aparcamiento, así como del cuarto de basuras.

En los puntos de consumo la presión mínima debe ser:

- 10,2 mcda (100kPa) para grifos comunes;

- 15,3 mcda(150kPa) para fluxores y calentadores.
- La presión en cualquier punto de consumo no debe superar 51mcda(500kPa).

## **5.2. CLASIFICACIÓN DE SUMINISTROS.**

### PLANTA BAJA .SERVICIOS COMUNES.

Puntos de consumo previstos: 6 Grifo en garaje.  
1 Grifos encuarto de basuras.

### PLANTA ATICO.ENERGÍA SOLAR TÉRMICA.

Puntos de consumo previstos: 1 Toma Energía Solar Térmica (42 viviendas)

### VIVIENDAS TIPO VT-1 y VT-3.

Puntos de consumo previstos:	1 lavabos
	1 inodoros
	1 bañera > 1,40 m.
	1 bidé
	1 fregadero
	1 lavadora
	1 lavaplatos

### VIVIENDAS TIPO VT-2. VT-4. VT-5. VT-6 y VT-9

Puntos de consumo previstos:	2 lavabos
	2 inodoros
	1 bañera > 1,40 m.
	1 bañera < 1,40 m.
	1 bidé
	1 fregadero
	1 lavadora
	1 lavaplatos

VIVIENDAS TIPO VT-7, VT-8 y VT-10

Puntos de consumo previstos:	2 lavabos
	2 inodoros
	2 bañeras > 1,40 m.
	2 bidé
	1 fregadero
	1 lavadora
	1 lavaplatos

### 5.3. CÁLCULO

El dimensionado de los tramos se hará de acuerdo al procedimiento siguiente:

- El caudal máximo de cada tramo será igual a la suma de los caudales de los puntos de consumo alimentados por el mismo.
- Establecimiento de los coeficientes de simultaneidad de cada tramo.
- Para las tuberías de alimentación y acometida se tendrá en cuenta la simultaneidad entre suministros:

$$K_v = 1/\sqrt{n-1} \quad \text{Siempre } K_v \geq 0,20$$

- Para el cálculo de las redes de abastecimiento y las distribuciones interiores se tendrán en cuenta los consumos por grifo.

$$K_p = \frac{(19+N)}{10 \times (N-1)} \quad \text{Siempre } K_p \geq 0,20$$

- Determinación del caudal de cálculo en cada tramo como producto del caudal máximo por el coeficiente de simultaneidad correspondiente.
- Elección de una velocidad de cálculo comprendida dentro del intervalo:
  - a) tuberías termoplásticas y multicapas: entre 0,50 y 3,50 m/s(escogeremos una velocidad de referencia de 1,5m/s)
- Obtención del diámetro correspondiente a cada tramo en función del caudal y de la velocidad.



- El diámetro nominal mínimo de alimentación a un cuarto húmedo y a una columna (montante o descendente) debe ser de 20 mm en tubería de cobre o plástico según exigencias del CTE [3].
- Se comprobará que la presión disponible en el punto de consumo más desfavorable supere los valores mínimos indicados en el apartado 3.5 y que en todos los puntos de consumo no se supera el valor máximo indicado en el mismo apartado, de acuerdo con lo siguiente:
  - a) Determinar la pérdida de presión del circuito sumando las pérdidas de presión total de cada tramo. Las pérdidas de carga localizadas podrán estimarse en un 20% al 30% de la producida sobre la longitud real del tramo o evaluarse a partir de los elementos de la instalación.
  - b) Comprobar la suficiencia de la presión disponible: una vez obtenidos los valores de las pérdidas de presión del circuito, se comprueba si son sensiblemente iguales a la presión disponible que queda después de descontar a la presión total, la altura geométrica y la residual del punto de consumo más desfavorable. En el caso de que la presión disponible en el punto de consumo fuera inferior a la presión mínima exigida sería necesaria la instalación de un grupo de presión.

#### 5.4. CAUDALES INSTANTÁNEOS

Una instalación de agua sanitaria tiene un breve tiempo de funcionamiento de cada grifo (menos de 15 minutos, por lo general). Todos los grifos no están abiertos al mismo tiempo. El caudal instalado se reduce a un caudal de simultaneidad a través de un coeficiente de simultaneidad.

$$Q_i = Q \cdot K_v = Q \cdot \frac{1}{\sqrt{n-1}}$$

Siendo:

$K_v$ = Coeficiente de simultaneidad

$n$ = Número de aparatos instalados <sup>(1)</sup>

$Q_i$ = Caudal instantáneo o simultáneo (l/s)

(1) En el caso de Energía Solar,  $n$  corresponde con el número de viviendas.

SUMINISTRO TIPO 1 - VIVIENDAS TIPO VT-1 Y VT-3										
Local	Zona	Aparato	Nº Aparatos	Agua Fría	Nº grifos fría	Q total Fria	Agua Caliente	Nº grifos caliente	Q total Caliente	Total
VIVIENDA	BAÑO	Lavabo	1	0,10	1	0,10	0,065	1	0,065	0,17
		Inodoro	1	0,10	1	0,10	0,00	0	0,00	0,10
		Bidé	1	0,10	1	0,10	0,07	1	0,07	0,17
		Bañera	1	0,30	1	0,30	0,20	1	0,20	0,50
	COCINA	Fregadero	1	0,20	1	0,20	0,10	1	0,10	0,30
		Lavadora	1	0,20	1	0,20	0,15	1	0,15	0,35
		Lavavajillas	1	0,15	1	0,15	0,10	1	0,10	0,25
	Total				7	1,15		6	0,68	1,83
	Simultáneo			Kp =	0,408	0,47	Kp =	0,447	0,30	0,77

Tabla 4. Caudal instantáneo suministro tipo 1

SUMINISTRO TIPO 2 - VIVIENDAS TIPO VT-2, VT-4, VT-5, VT-6 Y VT-9										
Local	Zona	Aparato	Nº Aparatos	Agua Fría	Nº grifos fría	Q total Fria	Agua Caliente	Nº grifos caliente	Q total Caliente	Total
VIVIENDA	BAÑO	Lavabo	1	0,10	1	0,10	0,065	1	0,065	0,17
		Inodoro	1	0,10	1	0,10	0,00	0	0,00	0,10
		Bidé	1	0,10	1	0,10	0,07	1	0,07	0,17
		Bañera	1	0,30	1	0,30	0,20	1	0,20	0,50
	BAÑO	Lavabo	1	0,10	1	0,10	0,065	1	0,065	0,17
		Inodoro	1	0,10	1	0,10	0,00	0	0,00	0,10
		Bañera	1	0,30	1	0,30	0,20	1	0,20	0,50
	COCINA	Fregadero	1	0,20	1	0,20	0,10	1	0,10	0,30
		Lavadora	1	0,20	1	0,20	0,15	1	0,15	0,35
		Lavavajillas	1	0,15	1	0,15	0,10	1	0,10	0,25
	Total				10	1,65		8	0,95	2,60
	Simultáneo			Kp =	0,333	0,55	Kp =	0,378	0,36	0,91

Tabla 5. Caudal instantáneo suministro tipo 2

SUMINISTRO TIPO 3 - VIVIENDAS TIPO VT-7,VT-8 Y VT-10										
Local	Zona	Aparato	Nº Aparatos	Agua Fria	Nº grifos fría	Q total Fria	Agua Caliente	Nº grifos caliente	Q total Caliente	Total
VIVIENDA	BAÑO	Lavabo	1	0,10	1	0,10	0,065	1	0,065	0,17
		Inodoro	1	0,10	1	0,10	0,00	0	0,00	0,10
		Bidé	1	0,10	1	0,10	0,07	1	0,07	0,17
		Bañera	1	0,30	1	0,30	0,20	1	0,20	0,50
	BAÑO	Lavabo	1	0,10	1	0,10	0,065	1	0,065	0,17
		Inodoro	1	0,10	1	0,10	0,00	0	0,00	0,10
		Bidé	1	0,10	1	0,10	0,07	1	0,07	0,17
		Bañera	1	0,30	1	0,30	0,20	1	0,20	0,50
	COCINA	Fregadero	1	0,20	1	0,20	0,10	1	0,10	0,30
		Lavadora	1	0,20	1	0,20	0,15	1	0,15	0,35
		Lavavajillas	1	0,15	1	0,15	0,10	1	0,10	0,25
	Total				11	1,75		9	1,01	2,76
	Simultáneo			Kp =	0,316	0,55	Kp =	0,354	0,36	0,91

Tabla 6. Caudal instantáneo suministro tipo 3

SUMINISTRO A.C.S. SOLAR							
Uso	Tipo	Nº Sum.	Agua caliente	Q total caliente	Tipo Sumini.	Q Siulta	Q Total Simul
Vivienda	TIPO 2,4,5,6,9	25	0,95	23,63	< 3 l/s	0,36	8,93
Vivienda	TIPO 1,3	12	0,68	8,16	< 3 l/s	0,30	3,65
Vivienda	TIPO 7,8,10	5	1,01	5,05	< 3 l/s	0,36	1,79
	Total	30		36,84			14,36
	Simultáneo			2,87		Kp =	0,20

SUMINISTRO SERVICIO COMUNES - SC1										
Local	Zona	Aparato	Nº Aparatos	Agua Fria	Nº grifos fría	Q total Fria	Agua Caliente	Nº grifos caliente	Q total Caliente	Total
PLANTA ST-1	GARAJE	Cto basura	1	0,15	1	0,15	0,000	0	0,000	0,15
PLANTA ST-1	GARAJE	Grifo	6	0,15	6	0,90	0,000	0	0,000	0,90
	Total		8		7	1,05		0	0,00	0,00
	Simultáneo			Kp =	0,408	0,43	Kp =	0,000	0,00	0,00

Tabla 7. Caudal instantáneo suministro zonas comunes y A.C.S

Para la clasificación de suministros, se ha partido de los siguientes datos:

### 5.5. CONSUMOS POR PORTALES:

#### PORTAL 1 y 3

SUMINISTRO	Nº DE SUMINISTROS
VIVIENDA TIPO 1	1
VIVIENDA TIPO 2	1
VIVIENDA TIPO 3	5
VIVIENDA TIPO 4	5
VIVIENDA TIPO 7	1
VIVIENDA TIPO 8	1
	14

*Tabla 8. Distribución consumos en portales 1 y 3*

#### PORTAL 2

SUMINISTRO	Nº DE SUMINISTROS
VIVIENDA TIPO 5	2
VIVIENDA TIPO 6	10
VIVIENDA TIPO 9	1
VIVIENDA TIPO 10	1
	14

*Tabla 9. Distribución consumos portal 2*

## 5.6. CANTIDAD TOTAL DE APARATOS O ELEMENTOS CON SUS CAUDALES.

ELEMENTOS			
Aparato	Número	Caudal/ud	Caudal tot
		(l/s)	(l/s)
Lavabo	72	0,10	7,20
Inodoro	72	0,10	7,20
Bidé	47	0,10	4,70
Bañera	72	0,30	21,60
Fregadero	42	0,20	8,40
Lavadora	42	0,20	8,40
Lavavajillas	42	0,15	6,30
Grifo Basuras	1	0,15	0,15
Grifo Garajes	6	0,15	0,90
Energia Solar	1	14,36	14,36
Caudal Total Instalación			<b>79,21</b>

*Tabla 10. Cantidad total de aparatos con sus caudales*

El caudal total es de 79,21 l/seg. Aunque sería suficiente considerar sólo los 64,85 l/s que resultan de sumar los caudales en l/s de todos los elementos exceptuando la toma de energía solar, ya que el caudal aportado por este suministro es suplementario. Se ha dimensionado la instalación considerando dicho caudal.

## 5.7. CONSUMO INSTANTÁNEO MÁXIMO.

El caudal instalado en los suministros será la suma de los caudales instantáneos mínimos correspondientes a todos los aparatos ubicados en la vivienda. El caudal instantáneo es 79,21 l/s

### Diámetro

Cada uno de los métodos analizados en los siguientes apartados permiten calcular el diámetro interior de la conducción. De los diámetros calculados por cada método,

elegiremos el mayor, y a partir de él, se seleccionará el diámetro comercial que más se aproxime.

#### Cálculo por limitación de la velocidad:

La obtención del diámetro interior se basa en la ecuación de la continuidad de un líquido, y fijando una velocidad de hipótesis de 1,5 m/s, según las condiciones de cada tramo. De este modo, se aplica la siguiente expresión:

$$Q = V \cdot S \Rightarrow D = \sqrt{\frac{4000 \cdot Q}{\pi \cdot V}}$$

Siendo:

Q= Caudal máximo previsible (l/s)

V =Velocidad de hipótesis (m/s)

D = Diámetro interior (mm)

#### Pérdidas de carga

La pérdida de carga lineal o unitaria se obtiene, de nuevo, a partir de la fórmula de HAZEN WILLIAMS

$$v = 0,8494 \cdot C \cdot \left( \frac{D_{\text{int}}}{4} \right)^{0,63} \cdot S^{0,54}$$

Siendo:

Rh = Radio hidráulico = Área de flujo / Perímetro húmedo = Di / 4

V = Velocidad media del agua en el tubo en [m/s].

Q = Caudal ó flujo volumétrico en [m³/s].

C = Coeficiente que depende de la rugosidad del tubo.

Di = Diámetro interior en [m]. (Nota: Di/4 = Radio hidráulico de una tubería trabajando a sección llena)

S = (Pendiente - Pérdida de carga por unidad de longitud del conducto) [m/m].

En la siguiente tabla se muestran los valores del coeficiente de rugosidad de Hazen-Williams para diferentes materiales:

COEFICIENTE DE HAZEN-WILLIAMS PARA ALGUNOS MATERIALES				
Material	C		Material	C
Asbesto cemento	140		Hierro galvanizado	120
Latón	130-140		Vidrio	140
Ladrillo de saneamiento	100		Plomo	130-140
Hierro fundido, nuevo	130		Plástico (PE, PVC)	140-150
Hierro fundido, 10 años de edad	107-113		Tubería lisa nueva	140
Hierro fundido, 20 años de edad	89-100		Acero nuevo	140-150
Hierro fundido, 30 años de edad	75-90		Acero	130
Hierro fundido, 40 años de edad	64-83		Acero rolado	110
Concreto	120-140		Lata	130
Cobre	130-140		Madera	120
Hierro dúctil	120		Hormigón	120-140

*Tabla 11. Coeficiente de rozamiento de Hazen William*

Esta ecuación se limita por usarse solamente para agua como fluido de estudio, mientras que encuentra ventaja por solo asociar su coeficiente a la rugosidad relativa de la tubería que lo conduce, o lo que es lo mismo al material de la misma y el tiempo que este lleva de uso.

Para determinar la longitud equivalente en accesorios, estimaremos que estos suponen un incremento del 25 % en la pérdida de carga total calculada según las fórmulas anteriores.

### Velocidad

A partir de la ecuación de la continuidad de un líquido, despejando la velocidad, y tomando el diámetro interior correspondiente a la conducción adoptada, se determina la velocidad de circulación del agua:

$$V = \frac{4000 \cdot Q}{\pi \cdot D^2}$$

Siendo:

V= Velocidad de circulación del agua (m/s)

Q = Caudal máximo previsible (l/s)

D = Diámetro interior del tubo elegido (mm)

A continuación mostramos una tabla con las viviendas totales y el diámetro nominal escogido y el coeficiente de simultaneidad, así como las viviendas organizadas según al portal al que pertenezcan con su diámetro y coeficiente de simultaneidad calculado.

EDIFICIO											
Uso	Tipo	Nº Sum.	Agua Fría	Q total Fría	Tipo Suministro	Q Siulta	Q Total Simul	V m/s	D cal. mm.	Material	DN mm
Vivienda	Tipo 1	2	1,15	2,30	< 3 l/s	0,47	0,94	1,50	19,96	PE	25
Vivienda	Tipo 2	2	1,65	3,30	< 3 l/s	0,55	1,10	1,50	21,61	PE	25
Vivienda	Tipo 3	10	1,15	11,50	< 3 l/s	0,47	4,69	1,50	19,96	PE	25
Vivienda	Tipo 4	10	1,65	16,50	< 3 l/s	0,55	5,50	1,50	21,61	PE	25
Vivienda	Tipo 5	2	1,65	3,30	< 3 l/s	0,55	1,10	1,50	21,61	PE	25
Vivienda	Tipo 6	10	1,65	16,50	< 3 l/s	0,55	5,50	1,50	21,61	PE	25
Vivienda	Tipo 7	2	1,75	3,50	< 3 l/s	0,55	1,11	1,50	21,67	PE	25
Vivienda	Tipo 8	2	1,75	3,50	< 3 l/s	0,55	1,11	1,50	21,67	PE	25
Vivienda	Tipo 9	1	1,65	1,65	< 3 l/s	0,55	0,55	1,50	21,61	PE	25
Vivienda	Tipo 10	1	1,75	1,75	< 3 l/s	0,55	0,55	1,50	21,67	PE	25
Común 1	E.solar	1	14,36	14,36	<3l/s	2,82	2,82	1,50	48,94	PE	50
Común 1	Serv. Comunes 1	1	1,05	1,05	< 3 l/s	0,43	0,43	1,50	19,08	PE	25
	<b>Total</b>	<b>44</b>		<b>79,21</b>			<b>25,40</b>				
	<b>Simultaneo</b>			<b>5,08</b>		<b>Kv =</b>	<b>0,20</b>				

Tabla 12. Cálculo de los diámetros del edificio A.F



grupo de contadores portal 1											
USO	Tipo	Nº Sum.	Agua Fría	Q total Fría	Tipo Suministro	Q Siulta	Q Total Simul	V m/s	D cal. mm.	Material	DN mm
Vivienda	Tipo 7	1	1,75	1,75	< 3 l/s	0,55	0,55	1,50	21,67	PE	25
Vivienda	Tipo 8	1	1,75	1,75	< 3 l/s	0,55	0,55	1,50	21,67	PE	25
Vivienda	Tipo 4	2	1,65	3,30	< 3 l/s	0,55	1,10	1,50	21,61	PE	25
Vivienda	Tipo 3	2	1,15	2,30	< 3 l/s	0,47	0,94	1,50	19,96	PE	25
Vivienda	Tipo 4	2	1,65	3,30	< 3 l/s	0,55	1,10	1,50	21,61	PE	25
Vivienda	Tipo 3	2	1,15	2,30	< 3 l/s	0,47	0,94	1,50	19,96	PE	25
Vivienda	Tipo 4	1	1,65	1,65	< 3 l/s	0,55	0,55	1,50	21,61	PE	25
Vivienda	Tipo 3	1	1,15	1,15	< 3 l/s	0,47	0,47	1,50	19,96	PE	25
Vivienda	Tipo 2	1	1,65	1,65	< 3 l/s	0,55	0,55	1,50	21,61	PE	25
Vivienda	Tipo 1	1	1,15	1,15	< 3 l/s	0,47	0,47	1,50	19,97	PE	25
Serv. Comunes	Comunes 1	1	1,05	1,05	< 3 l/s	0,43	0,43	1,50	19,08	PE	25
	<b>Total</b>	<b>15</b>		<b>21,35</b>			<b>7,65</b>				
	<b>Simultaneo</b>			<b>1,86</b>		<b>Kv =</b>	<b>0,24</b>				

Tabla 13. Cálculo de los diámetros en grupo de contadores 1

grupo contadores portal2											
uso	Tipo	Nº Sum.	Agua Fría	Q total Fría	Tipo Suministro	Q Siulta	Q Total Simul	V m/s	D cal. mm.	Material	DN mm
AT	Solar(ACS)	1	14,36	14,36	< 3 l/s	2,82	2,82	1,50	48,94	PE	50
Vivienda	Tipo 10	1	1,75	1,75	< 3 l/s	0,55	0,55	1,50	21,67	PE	25
Vivienda	Tipo 9	1	1,65	1,65	< 3 l/s	0,55	0,55	1,50	21,61	PE	25
Vivienda	Tipo 6	4	1,65	6,60	< 3 l/s	0,55	2,20	1,50	21,61	PE	25
Vivienda	Tipo 6	4	1,65	6,60	< 3 l/s	0,55	2,20	1,50	21,61	PE	25
Vivienda	Tipo 5	2	1,65	3,30	< 3 l/s	0,55	1,10	1,50	21,61	PE	25
Vivienda	Tipo 6	2	1,65	3,30	< 3 l/s	0,55	1,10	1,50	21,61	PE	25
	<b>Total</b>	<b>15</b>		<b>37,56</b>			<b>10,53</b>				
	<b>Simultaneo</b>			<b>2,56</b>		<b>Kv =</b>	<b>0,24</b>				

Tabla 14 Cálculo de los diámetros en grupo de contadores 2

grupo contadores portal 3											
uso	Tipo	Nº Sum.	Agua Fria	Q total Fria	Tipo Suministro	Q Siulta	Q Total Simul	V m/s	D cal. mm.	Material	DN mm
Vivienda	Tipo 7	1	1,75	1,75	< 3 l/s	0,55	0,55	1,50	21,67	PE	25
Vivienda	Tipo 8	1	1,75	1,75	< 3 l/s	0,55	0,55	1,50	21,67	PE	25
Vivienda	Tipo 4	2	1,65	3,30	< 3 l/s	0,55	1,10	1,50	21,61	PE	25
Vivienda	Tipo 3	2	1,15	2,30	< 3 l/s	0,47	0,94	1,50	19,96	PE	25
Vivienda	Tipo4	2	1,65	3,30	< 3 l/s	0,55	1,10	1,50	21,61	PE	25
Vivienda	Tipo3	2	1,15	2,30	< 3 l/s	0,47	0,94	1,50	19,96	PE	25
Vivienda	Tipo4	1	1,65	1,65	< 3 l/s	0,55	0,55	1,50	21,61	PE	25
Vivienda	Tipo 3	1	1,15	1,15	< 3 l/s	0,47	0,47	1,50	19,96	PE	25
Vivienda	Tipo 2	1	1,65	1,65	< 3 l/s	0,55	0,55	1,50	21,61	PE	25
Vivienda	Tipo 1	1	1,15	1,15	< 3 l/s	0,47	0,47	1,50	19,96	PE	25
	<b>Total</b>	<b>14</b>		<b>20,30</b>			<b>7,22</b>				
	<b>Simultaneo</b>			<b>1,83</b>		<b>Kv =</b>	<b>0,25</b>				

Tabla 15 Cálculo de los diámetros en grupo de contadores 3

## 5.8. DIÁMETRO DE ACOMETIDA Y TUBO DE ALIMENTACIÓN GENERAL

### 5.8.1 ACOMETIDA

Su tipo y diámetro se fijarán de acuerdo con las Normas para el Abastecimiento de Agua de Canal de Isabel II [28].

### 5.8.2 DIÁMETRO DE LAS BATERÍAS DE CONTADORES DIVISIONARIOS

Dicho diámetro es función del correspondiente tubo de alimentación. Ahora bien, dado que dispondremos de tres baterías de contadores para una mejor adaptación a la morfología del edificio, se ha diseñado un tubo de alimentación desde el alojamiento del contador general hasta un colector del que saldrán los tubos de alimentación correspondientes a cada batería.

Por tanto, los tubos de que consta cada batería tienen un diámetro igual a su tubo de alimentación, con el fin de asegurar, además de un conveniente comportamiento hidráulico, una rigidez necesaria de la instalación.

**ALIMENTACION GRUPOS DE PRESIÓN**

TUBERIAS ALIMENTACIÓN GRUPO PRESIÓN 1 - BATERIAS										
Tramo	Denominación	Nº Sum.	Q total Fria	Kv	Q Total Simul	V m/s	D cal. mm.	Material	D int. mm	DN mm
TR1	G. contadores 1 (Q1)	15	7,65	0,24	1,86	2,00	34,40	PE	40,80	50
TR2	G. contadores 2 (Q2)	15	10,53	0,24	2,56	2,00	40,34	PE	40,80	50
TR3	TR1+TR2	30	18,18	0,20	3,64	2,00	48,11	PE	51,40	63
TR4	G. contadores 3 (Q3)	14	7,22	0,25	1,83	2,00	34,17	PE	40,80	50
TUBERIA ALIMENTACIÓN GENERAL										
Tramo	Denominación	Nº Sum.	Q total Fria	Kp	Q Total Simul	V m/s	D cal. mm.	Material	D int. mm	DN mm
TR5	Edificio(Q1+Q2+Q3)	44	25,40	0,20	5,08	2,00	56,87	PE	61,4	75

*Tabla 16 Cálculo de los diámetros en tubería alimentación general y alimentación de batería de contadores.*

Como se puede apreciar en los planos el tubo de alimentación se divide en cinco tramos según a los grupos de presión que alimente.

## 5.9 DIÁMETRO DEL CONTADOR GENERAL Y DE SUS VÁLVULAS

Teniendo en cuenta NORMAS PARA EL ABASTECIMIENTO DE AGUA del Canal de Isabel II (Revisión 2004)[28], la Acometida, tendrá un diámetro de 2" (50mm.), y sus llaves de corte serían de igual diámetro

Dimensiones interiores mínimas del armario de contador general, según la Comunidad de Madrid [27][22].

Diámetro acometida (mm.)	Dimensiones interiores mínimas contador general(mm.)		
	Longitud	Altura	Anchura
20	400	270	130
30 - 40	650	500	200
<b>50 -60</b>	<b>850</b>	<b>600</b>	<b>300</b>
60-80	1800	1000	700

*Tabla 17 Dimensiones interiores mínimas del contador general*

### 5.10. DIÁMETRO DE LOS MONTANTES Y DERIVACIONES

Según puede verse en la tabla adjunta, las ascendentes a las viviendas serán de polietileno reticulado de **25 x 2,3 mm.** de diámetro y las de Energía Solar serán de polietileno reticulado de **32 x 3,0 mm.** Igualmente sucede para las derivaciones del suministro, conforme dice el punto 4.3 “Dimensionado de las derivaciones a cuartos húmedos y ramales de enlace” de DB HS3 del C.T.E. [3].

Tramo considerado			Diámetro nominal del tubo de alimentación			
			Acero (")		Cobre o plástico (mm)	
			NORMA	PROYECTO	NORMA	PROYECTO
<input checked="" type="checkbox"/>	Alimentación a cuarto húmedo privado: baño, aseo, cocina.		¾	-	20	<b>20</b>
<input checked="" type="checkbox"/>	Alimentación a derivación particular: vivienda, apartamento, local comercial		¾	-	20	<b>25</b>
<input checked="" type="checkbox"/>	Columna (montante o descendente)		¾	-	20	<b>25</b>
<input checked="" type="checkbox"/>	Distribuidor principal (a baterías contadores)		1	-	25	<b>50</b>
<input checked="" type="checkbox"/>	Distribuidor principal (del grupo presión a baterías contadores)		1	-	25	<b>63</b>
<input type="checkbox"/>	Alimentación equipos de climatización	<input type="checkbox"/> < 50 kW	½	-	12	-
		<input type="checkbox"/> 50 - 250 kW	¾	-	20	-
		<input type="checkbox"/> 250 - 500 kW	1	-	25	-
		<input type="checkbox"/> > 500 kW	1 ¼	-	32	-

Tabla 18. Diámetros mínimos de montantes

### 5.11. DIÁMETRO DE LA LLAVE DE PASO, REGISTRO Y TOMA DEL ABONADO

El diámetro de las llaves será el mismo que el de la acometida, es decir 50 mm.

### 5.12. DIÁMETRO DE RAMALES A APARATOS

Los ramales de enlace a los aparatos domésticos se dimensionarán conforme a lo que se establece en las tabla 4.2. del DB hs4 del C.T.E. [3]. En el resto, se tomarán en cuenta los criterios de suministro dados por las características de cada aparato y se dimensionará en consecuencia.

Los diámetros de derivación a cada aparato en polietileno reticulado serán los siguientes:

Aparato o punto de consumo	Diámetro nominal del ramal de enlace			
	Tubo de acero (")		Tubo de cobre o plástico (mm)	
	NORMA	PROYECTO	NORMA	PROYECTO
<input type="checkbox"/> Lavamanos	$\frac{1}{2}$	-	12	-
<input checked="" type="checkbox"/> Lavabo, bidé	$\frac{1}{2}$	-	12	<b>16</b>
<input checked="" type="checkbox"/> Ducha	$\frac{1}{2}$	-	12	<b>16</b>
<input checked="" type="checkbox"/> Bañera <1,40 m	$\frac{3}{4}$	-	20	<b>20</b>
<input checked="" type="checkbox"/> Bañera >1,40 m	$\frac{3}{4}$	-	20	<b>20</b>
<input checked="" type="checkbox"/> Inodoro con cisterna	$\frac{1}{2}$	-	12	<b>16</b>
<input type="checkbox"/> Inodoro con fluxor	1- $\frac{1}{2}$	-	25-40	-
<input type="checkbox"/> Urinario con grifo temporizado	$\frac{1}{2}$	-	12	-
<input type="checkbox"/> Urinario con cisterna	$\frac{1}{2}$	-	12	-
<input checked="" type="checkbox"/> Fregadero doméstico	$\frac{1}{2}$	-	12	<b>16</b>
<input type="checkbox"/> Fregadero industrial	$\frac{3}{4}$	-	20	-
<input checked="" type="checkbox"/> Lavavajillas doméstico	$\frac{1}{2}$ (rosca a $\frac{3}{4}$ )	-	12	<b>16</b>
<input type="checkbox"/> Lavavajillas industrial	$\frac{3}{4}$	-	20	-
<input checked="" type="checkbox"/> Lavadora doméstica	$\frac{3}{4}$	-	20	<b>20</b>
<input type="checkbox"/> Lavadora industrial	1	-	25	-
<input type="checkbox"/> Vertedero	$\frac{3}{4}$	-	20	-

*Tabla 19. Diámetros mínimos de derivación a los aparatos*

**CALCULO DE PERDIDAS DE CARGA DE ACOMETIDA A PUNTO DE SUMINISTRO MÁS ALEJADO**

Tramo	Q Caudal (l/s)	D Diámetro (mm)	Di Diámetro interior (mm)	V Velocidad (m/s)	Material	C Coeficiente de rugosidad	j Pérdida de carga (mca/m)	L Longitud geométrica (m)	P <sub>i</sub> Presión inicial (m.c.a.)	H desnivel en m (+ si baja, - si sube)	P <sub>r</sub> Presión residual (m.c.a.)
ACOMETIDA	25,31	75	61,4	8,55	PE	140	0,9977	6	<b>0,00</b>	-0,4	-6,39
TUBO ALIMENTACIÓN 1	1,83	75	61,4	0,62	PE	140	0,0077	16	-6,39	0	-6,51
GRUPO DE PRESION AF	1,86	75	61,4	0,63	PE	140	0,0079	0,14	-6,51	0,4	-6,11
TUBO ALIMENTACIÓN A PORTAL 1	5,47	63	51,4	2,64	PE	140	0,1389	46,68	-6,11	-3	-15,60
BAT CONTADORES	2,43	50	40,8	1,86	PE	140	0,0952	0,3	-15,60	3	-12,63
A VIVIENDA	0,53	25	21	1,53	PEX	140	0,1442	10,73	-12,63	-15	-29,17
LLAVE DE CORTE	0,43	20	15,4	2,31	PEX	140	0,4434	8,51	-29,17	0,4	-32,55
CORTE EN BAÑO	0,28	20	15,4	1,50	PEX	140	0,2003	9,46	-32,55	0	-34,44
BIDÉ	0,10	16	12,4	0,83	PEX	140	0,0855	2,089	-34,44	2	<b>-32,62</b>
<b>P. DE CARGA TOTAL</b>	Presión residual + 25 % incremento por codos y elementos										<b>-40,77</b>

Tabla 20. Pérdida de carga

El punto más desfavorable es un bidé que está en la vivienda Tipo 8 de la planta cuarta (portal 1), suponiendo 3m de altura entre plantas y midiendo la longitud de cada tramo en el plano, obtenemos que la perdida de carga es 40.77m.c.a.

### 5.13. GRUPO DE SOBREELEVACIÓN

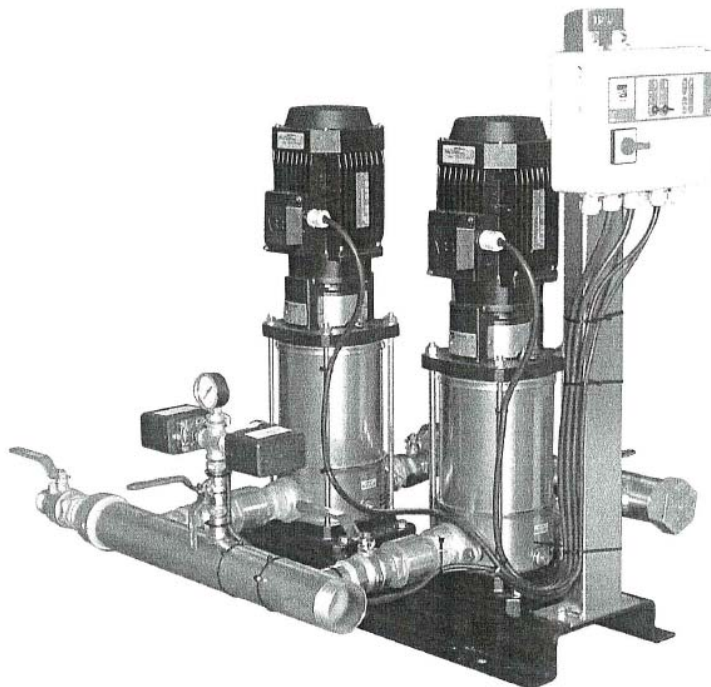
Se instalará un grupo de presión de agua con variador de velocidad formado por dos bombas centrífugas multicelulares, el cuerpo de la bomba, eje motor e impulsores, serán de acero inoxidable, los cuerpos de aspiración e impulsión y contrabridas serán de hierro fundido, y los difusores de policarbonato con fibra de vidrio.

Este grupo de sobreelevación, estará situados en un local previsto a tal fin, en la planta baja del portal 3, con dispositivo para aprovechamiento de presión de red,

cuando ésta sea suficiente, con reloj programador para asegurar la renovación del agua de los depósitos reguladores, al menos dos veces cada 24 horas.

Se deberá disponer de instrucciones de uso y mantenimiento, así como esquema general de la instalación.

El grupo de sobreelevación, está formado por un grupo hidroneumático con dos Bombas Multicelulares Verticales tipo MVXE, marca EBARA, S.A. con las siguientes características:



*Figura 18 Grupo de presión*

#### 5.13.1 CONSTRUCCIÓN

Compuestos básicamente por un equipo de bombeo (bombas VMXE multicelulares verticales, y un depósito de acumulación (calderín de membrana o galvanizado). Todos ellos montados formando un Grupo Autónomo Compacto y listo para ser instalado:

- 2 Bombas modelo MVXE, centrifugas multietapas verticales.

- Sistema de control con Variador de Frecuencia que permite una presión constante con un importante ahorro de energía en cuyo caso no es necesario, o se ve reducido al mínimo, el equipo de acumulación.
- Bancada metálica común para bombas y cuadro eléctrico, especialmente robusta, con tratamiento anticorrosion y equipada con taladros de fijación.
- Válvula de corte en la impulsión, de tipo esfera, fabricada en latón cromado, accionada por palanca, de alta estanqueidad.
- Válvula anti-retorno de gran fiabilidad y reducida perdida de carga. Evita retornos de agua y protege a la bomba del "golpe de ariete".
- Válvula de corte en aspiración (versiones de aspiración en carga) de tipo esfera con palanca.
- Manómetro para lectura de la presión y regulación del presostato.
- Presostato con diferencial regulable "Telemecanique".
- Válvula de aislamiento para presostato y manómetro. Permite el fácil mantenimiento de estos elementos.
- Válvula de aislamiento del deposito, para independizar estos elementos y favorecer su instalación y mantenimiento.
- Deposito acumulador de agua a presión, con membrana de caucho atoxico recambiable o galvanizados según versiones.
- Cuadro eléctrico de fuerza y control para la operación totalmente automática del grupo.
  - 380V III + N 50Hz (bajo demanda otras tensiones y/o frecuencias) IP54 mínima.
  - Armario metálico o de PVC.
  - Contactor de arranque directo o bloque en estrella-triángulo para potencias grandes.
  - Protección térmica del motor mediante fusibles y relé térmico, térmico electrónico o magneto térmico.
  - Piloto verde de bomba en marcha.
  - Piloto rojo de disparo térmico.
  - Selector Manual-0-Automático.
  - Bornas de conexión con salidas numeradas.
  - Protección contra trabajo en vacío por sondas o regulador de nivel.



- Interruptor automático o fusible de protección para circuito de maniobra.
- Soporte metálico para cuadro eléctrico fijado Solidamente a la bancada, pudiéndose desmontar el cuadro eléctrico fácilmente de el si se desea para fijarlo a la pared por ejemplo.
- Regulador de nivel a instalar en el aljibe para proteger al grupo contra el trabajo en seco.

### 5.13.2 DIMENSIONADO

#### **Cálculo de las bombas**

Se ha realizado un cálculo conforme a lo especificado en el punto 4.5.2. “Dimensionado de los equipos, elementos y dispositivos de la instalación” del DB HS4 del C.T.E., resultando lo siguiente:

*Como ya se ha indicado anteriormente en el punto más desfavorable la necesidad de presión es de 40,77 m.c.a.*

*Tomando la expresión del caudal simultáneo de la norma UNE 149201.para un edificio de viviendas cuando el caudal total es mayor de 20 l/s:*

$$Q_c = 1,7 \times (Q_t)^{0,21} - 0,7 \text{ (l/s)}$$

Se ha previsto la instalación de un depósito presión de membrana en el grupo de presión, el cual tendrá el volumen mínimo según lo establecido en apartado 4.5.2.3 de HS 4 Suministro de agua del Documento Básico HS Salubridad del CTE [3].

$$V_n = P_b \cdot V_a / P_a$$

Siendo:

V<sub>n</sub>=volumen útil del depósito de presión

P<sub>b</sub>=presión absoluta mínima

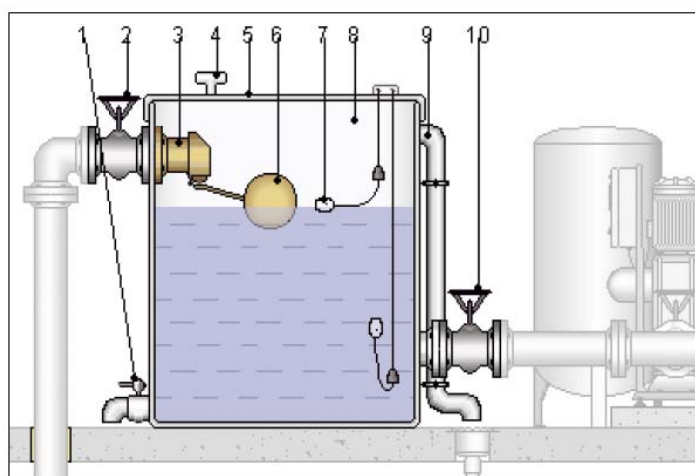
V<sub>a</sub>=volumen mínimo de agua (Se calcula multiplicando el caudal de la bomba en l/min por 15 y dividiéndolo por el número de paradas y arranques en una hora. Tomamos 20 como referencia para la justificación del cálculo ya que en realidad, al llevar incorporado el variador de frecuencia el número de arranques y paradas pueden ser ilimitados)

$P_a$ =presión absoluta máxima

### Depósito auxiliar de alimentación

El depósito auxiliar de alimentación es un depósito de acumulación de 3500l que servirá básicamente para la succión de agua por las electrobombas correspondientes al grupo de presión sin hacerlo directamente desde la red exterior; de reserva cuando el suministro habitual sea discontinuo o insuficiente. Sus elementos constituyentes se reflejan en la figura

- 1: Grifo para vaciado.
- 2: Llave de corte entrada.
- 3: Válvula de flotador.
- 4: Aireador.
- 5: Tapa de depósito.
- 6: Flotador.
- 7: Interruptor de nivel.
- 8: Depósito.
- 9: Rebosadero.
- 10: Llave de corte salida.



*Figura 19 Depósito auxiliar del grupo de presión*

La estimación de la capacidad del agua se podrá realizar con los criterios de la norma UNE 100 030:2005 [17].

Los depósitos de almacenamiento deberán cumplir las normas sanitarias para el almacenamiento de líquidos, no influyendo el olor, sabor o color de los mismos, y evitando las adherencias e incrustaciones.

Los depósitos estarán en todos los casos provistos de un rebosadero, teniendo en cuenta que la tubería de alimentación al mismo deberá verter al menos 40 mm por encima del borde superior del mismo.

Dispondrá además de válvulas de flotador que cierran automáticamente la entrada de agua, cuando alcanza el nivel requerido, abriéndose en el momento en que el agua desciende por debajo de dicho nivel

Asimismo, la centralita de maniobra y control del equipo deberá disponer de un hidronivel de protección que impida el funcionamiento de las bombas en caso de que el nivel de agua en el depósito sea demasiado bajo.

El volumen del depósito se calculará en función del tiempo previsto de utilización, aplicando la siguiente expresión

$$V \text{ depósito} = Q_s \cdot t \cdot 60$$

Siendo:

$Q_s$  = caudal máximo simultáneo (l/s)

$t$  = tiempo estimado de 15 min

EDIFICIO											
Uso	Tipo	Nº Sum.	Agua Fría	Q total Fría	Tipo Suministro	Q Siulta	Q Total Simul	V m/s	D cal. mm.	Material	DN mm
Vivienda	Tipo 1	2	1,15	2,30	< 3 l/s	0,47	0,94	1,50	19,96	PE	25
Vivienda	Tipo 2	2	1,65	3,30	< 3 l/s	0,55	1,10	1,50	21,61	PE	25
Vivienda	Tipo 3	10	1,15	11,50	< 3 l/s	0,47	4,69	1,50	19,96	PE	25
Vivienda	Tipo 4	10	1,65	16,50	< 3 l/s	0,55	5,50	1,50	21,61	PE	25
Vivienda	Tipo 5	2	1,65	3,30	< 3 l/s	0,55	1,10	1,50	21,61	PE	25
Vivienda	Tipo 6	10	1,65	16,50	< 3 l/s	0,55	5,50	1,50	21,61	PE	25
Vivienda	Tipo 7	2	1,75	3,50	< 3 l/s	0,55	1,11	1,50	21,67	PE	25
Vivienda	Tipo 8	2	1,75	3,50	< 3 l/s	0,55	1,11	1,50	21,67	PE	25
Vivienda	Tipo 9	1	1,65	1,65	< 3 l/s	0,55	0,55	1,50	21,61	PE	25
Vivienda	Tipo 10	1	1,75	1,75	< 3 l/s	0,55	0,55	1,50	21,67	PE	25
Común 1	E.solar	1	14,36	14,36	<3l/s	2,82	2,82	1,50	48,94	PE	50
Común 1	Serv. Comunes 1	1	1,05	1,05	< 3 l/s	0,43	0,43	1,50	19,08	PE	25
	<b>Total</b>	<b>44</b>		<b>79,21</b>			<b>25,40</b>				
	<b>Simultaneo</b>			<b>5,08</b>		<b>Kv =</b>	<b>0,20</b>				

*Tabla 21 Caudal total del edificio*

Caudal total es 79,21/s

Coefficiente de simultaneidad es 0,2

UNE 149201.

### GRUPO DE PRESIÓN 1

$Q_t \geq 20 \text{ l/s}$

$$Q_c = 1,7 \cdot (Q_t)^{0,21} - 0,7 \text{ (l/s)}$$

$$Q_t = 79,21 \text{ l/s}$$

$$Q_c = 3,56 \text{ l/s}$$

$$Q_s = 3,558 \text{ l/s} \rightarrow 213,48 \text{ l/min} \rightarrow 12,81 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$V = Q_s \cdot 15 \cdot 60 = 3.202,13 \text{ lts} \rightarrow 3.500 \text{ lts}$$

$n$  (nº arranques)

$$= 20$$

$V_a$

$$= 15 \cdot Q_b / n = 160,11 \text{ lts}$$

$P_b$

$$= 40,77 \text{ m.c.a.}$$

$P_a$

$$= 71,37 \text{ m.c.a.}$$

3bares  
mas

$P_a$ : 2 ó 3 bares (20,4 - 30,6 m.c.a.) mayor que  $P_b$

$$V_n = P_b \cdot V_a / P_a = 91,51 \text{ lts} \rightarrow 100,00 \text{ lts}$$

Tabla 22 Cálculos grupo de presión

### GRUPO DE PRESIÓN (MODELO AP MVXE 125/8-2) Y DEPÓSITO AUXILIAR

- 2 electrobombas de **4,0 C.V.** c/u, y caudal de **213,48 l/m.**, con una presión mínima de **40,77 m.c.d.a.**, y una presión máxima de **71,37 m.c.d.a.**
- 1 depósito acumulador de **100 litros** de capacidad, de membrana atóxica y presión incorporada de la marca ibaiondo.
- Válvulas de corte y retención.
- Presostatos, manómetros y demás elementos de control.
- Colectores de impulsión y aspiración en acero galvanizado.
- Bancada común con cuadro eléctrico de mando y protección, incluso elementos de protección por carencia mediante sondas eléctricas, canalizaciones en acero galvanizado, cableado y conexionado de todos los elementos.
- El cuadro eléctrico dispondrá de mecanismos necesarios para la alternancia de bombas.
- By-pass para la interconexión entre grupo de presión-salida a baterías de contadores-acometida de red, realizado en acero galvanizado DIN 2440, con válvula solenoide, válvulas de compuerta, filtro, reloj programador, etc.

- En cuanto al depósito auxiliar elegimos dos depósitos reguladores de la marca ROTH, uno de 2000 l y otro de 1500l.

#### 5.14. PRODUCCIÓN DE A.C.S.

Para la producción de agua caliente sanitaria (A.C.S.) se emplearán calderas individuales estancas ubicadas en el tendedero según se indica en los planos de fontanería, y estará apoyada por la instalación de captación solar térmica para producción de ACS.

Uso	Tipo	Nº Sum.	Agua Caliente	Q total caliente	Tipo Suministro	Q Siulta	Q Total Simul	V m/s	D cal. mm.	Material	DN mm
Vivienda	Tipo 1	2	0,68	1,36	< 3 l/s	0,30	0,61	1,50	16,07	PE	25
Vivienda	Tipo 2	2	0,95	1,89	< 3 l/s	0,36	0,71	1,50	17,41	PE	25
Vivienda	Tipo 3	10	0,68	6,80	< 3 l/s	0,30	3,04	1,50	16,07	PE	25
Vivienda	Tipo 4	10	0,95	9,45	< 3 l/s	0,36	3,57	1,50	17,41	PE	25
Vivienda	Tipo 5	2	0,95	1,89	< 3 l/s	0,36	0,71	1,50	17,41	PE	25
Vivienda	Tipo 6	10	0,95	9,45	< 3 l/s	0,36	3,57	1,50	17,41	PE	25
Vivienda	Tipo 7	2	1,01	2,02	< 3 l/s	0,30	0,61	1,50	16,07	PE	25
Vivienda	Tipo 8	2	1,01	2,02	< 3 l/s	0,30	0,61	1,50	16,07	PE	25
Vivienda	Tipo 9	1	0,95	0,95	< 3 l/s	0,36	0,36	1,50	17,41	PE	25
Vivienda	Tipo 10	1	1,01	1,01	< 3 l/s	0,36	0,36	1,50	17,41	PE	25
			9,12	36,84							
	<b>Total</b>	<b>42</b>		<b>36,84</b>			<b>14,36</b>				
	<b>Simultaneo</b>			<b>2,87</b>							

Tabla 23 Suministro A.C.S SOLAR

El volumen del depósito se calculará en función del tiempo previsto de utilización, aplicando la siguiente expresión según el CTE[3]:

$$V_{\text{depósito}} = Q \cdot t \cdot 60$$

Siendo:

Q = caudal máximo simultáneo (l/s)

t = tiempo estimado de 15 min

Escogemos el caudal simultáneo más restrictivo que en este caso es el mayor.

$$V_{\text{depósito}} = Q \cdot t \cdot 60 = 0,36 \cdot 15 \cdot 60 = 324l$$

Se debe calcular la energía necesaria para preparar 324 litros de ACS a 60°. Si se supone el agua fría a 10° el salto térmico que se debe aportar será:

$$\Delta T = T_{A.C.S} - T_{A.F} = 60 - 10 = 50^{\circ}C$$

Siendo:

$\Delta t$ = Salto térmico entre la temperatura de entrada y de salida [°C]

Lo que supone un aporte energético:

$$E = V \cdot C \cdot \Delta T$$

Siendo:

E= Energía calorífica del grupo [kcal].

V= Volumen de agua a calentar [l]: 3500 l.

C= Calor específico del agua [cal/l °C]: 1cal/l°C.

Sustituyendo:

$$E = V \cdot C \cdot \Delta T = 324 \cdot 1 \cdot 50 = 16200Kcal$$

Si se supone que después de cada periodo de consumo punta se tiene 1 hora de descanso en el uso de la instalación de ACS, la potencia necesaria para poner de nuevo los interacumuladores en las condiciones de partida es la siguiente:

$$P_{\text{útil}} = 16200 / 1 = 16200Kcal / h = 16,2Kw$$

Por tanto 24Kw será la potencia que deberán suministrar las calderas en cada vivienda para satisfacer la demanda de ACS.



Figura 20 Caldera de A.C.S

### 5.15 DIMENSIONADO DE LA RED DE A.C.S.

Siguiendo el mismo procedimiento que para A.F. obtenemos los siguientes resultados:

grupo contadores portal 1 y 3 Panta 1											
uso	Tipo	Nº Sum.	Agua caliente	Q total Caliente	Tipo Suministro	Q Siulta	Q Total Simul	V m/s	D cal. mm.	Material	DN mm
Vivienda	Tipo4	1	0,95	0,95	< 3 l/s	0,36	0,36	1,50	17,48	PE	25
Vivienda	Tipo 3	1	0,68	0,68	< 3 l/s	0,30	0,30	1,50	15,96	PE	25
Vivienda	Tipo 2	1	0,95	0,95	< 3 l/s	0,36	0,36	1,50	17,48	PE	25
Vivienda	Tipo 1	1	0,68	0,68	< 3 l/s	0,30	0,30	1,50	15,96	PE	25
	<b>Total</b>	<b>4</b>		<b>3,26</b>			<b>1,32</b>				
	<b>Simultaneo</b>			<b>1,01</b>		<b>Kp =</b>	<b>0,77</b>				

Tabla 24 Diámetros portal 1 y 3 planta 1

grupo contadores portal 1 y 3 Panta 2 y 3											
uso	Tipo	Nº Sum.	Agua Caliente	Q total Caliente	Tipo Suministro	Q Siulta	Q Total Simul	V m/s	D cal. mm.	Material	DN mm
Vivienda	Tipo4	2	0,95	1,90	< 3 l/s	0,36	0,72	1,50	17,48	PE	25
Vivienda	Tipo 3	2	0,68	1,36	< 3 l/s	0,30	0,60	1,50	15,96	PE	25
	<b>Total</b>	<b>4</b>		<b>3,26</b>			<b>1,32</b>				
	<b>Simultaneo</b>			<b>1,01</b>		<b>Kp =</b>	<b>0,77</b>				

Tabla 25 Diámetros portal 1 y 3 planta 2 y 3

grupo contadores portal 1 y 3 Panta 4											
uso	Tipo	Nº Sum.	Agua Caliente	Q total Caliente	Tipo Suministro	Q Siulta	Q Total Simul	V m/s	D cal. mm.	Material	DN mm
Vivienda	Tipo8	1	1,01	1,01	< 3 l/s	0,36	0,36	1,50	17,48	PE	25
Vivienda	Tipo 7	1	1,01	1,01	< 3 l/s	0,36	0,36	1,50	17,48	PE	25
	<b>Total</b>	<b>2</b>		<b>2,02</b>			<b>0,72</b>				
	<b>Simultaneo</b>			<b>1,51</b>		Kv =	<b>2,10</b>				

Tabla 26 Diámetros portal 1y 3 planta 4

grupo contadores portal 2 Panta 1											
uso	Tipo	Nº Sum.	Agua Caliente	Q total Caliente	Tipo Suministro	Q Siulta	Q Total Simul	V m/s	D cal. mm.	Material	DN mm
Vivienda	Tipo5	2	0,95	1,90	< 3 l/s	0,36	0,55	1,50	17,48	PE	25
	<b>Total</b>	<b>2</b>		<b>1,90</b>			<b>0,55</b>				
	<b>Simultaneo</b>			<b>1,16</b>		Kp =	<b>2,10</b>				

Tabla 27 Diámetros portal 2 planta 1

grupo contadores portal 2 Panta 2 y3											
uso	Tipo	Nº Sum.	Agua Caliente	Q total Caliente	Tipo Suministro	Q Siulta	Q Total Simul	V m/s	D cal. mm.	Material	DN mm
Vivienda	Tipo6	4	0,95	3,80	< 3 l/s	0,36	1,44	1,50	17,48	PE	25
	<b>Total</b>	<b>4</b>		<b>3,80</b>			<b>1,44</b>				
	<b>Simultaneo</b>			<b>1,10</b>		Kp =	<b>0,77</b>				

Tabla 28 Diámetros portal 2 planta 2 y 3

grupo contadores portal 2 Panta 4											
uso	Tipo	Nº Sum.	Agua Caliente	Q total Caliente	Tipo Suministro	Q Siulta	Q Total Simul	V m/s	D cal. mm.	Material	DN mm
Vivienda	Tipo10	1	1,01	1,01	< 3 l/s	0,36	0,36	1,50	17,41	PE	25
Vivienda	Tipo 9	1	0,95	0,95	< 3 l/s	0,36	0,36	1,50	17,48	PE	25
	<b>Total</b>	<b>2</b>		<b>1,96</b>			<b>0,72</b>				
	<b>Simultaneo</b>			<b>1,51</b>		Kv =	<b>2,10</b>				

Tabla 29 Diámetros portal 2 planta 4



portal 1y 3										
Tramo	Denominación	Nº Sum.	Q total Caliente	Kv	Q Total Simul	V m/s	D cal. mm.	Material	D int. mm	DN mm
TR1	planta1	4	1,32	0,77	1,01	1,50	29,28	PE	26,00	32
TR2	planta2	4	1,32	0,77	1,01	1,50	29,31	PE	26,00	32
TR3	planta3	4	1,32	0,77	1,01	1,50	29,31	PE	26,00	32
TR4	planta4	2	0,72	2,10	1,51	1,50	35,82	PE	26,00	32
TR5	total en las 4 plantas	14	4,68	0,25	1,18728	1,50	31,75	PE	26,00	32
TR6	total -planta3	12	3,96	0,28	1,1152	1,50	30,77	PE	26,00	32
TR7	total-planta3 y 2	8	2,64	0,39	1,0172	1,50	29,38	PE	26,00	32
TR8	total -planta3,2,1	4	1,32	0,77	1,00984	1,50	29,28	PE	26,00	32

Tabla 30 Diámetros baterías por plantas portal 1 y 3

portal 2										
Tramo	Denominación	Nº Sum.	Q total Caliente	Kv	Q Total Simul	V m/s	D cal. mm.	Material	D int. mm	DN mm
TR1	planta1	4	0,55	0,77	1,16	1,50	31,31	PE	26,00	32
TR2	planta2	4	1,44	0,77	1,10	1,50	30,61	PE	26,00	32
TR3	planta3	4	1,44	0,77	1,10	1,50	30,61	PE	26,00	32
TR4	planta4	2	0,72	2,10	1,51	1,50	35,75	PE	26,00	32
TR5	total en las 4 plantas	14	4,15	0,25	1,05272	1,50	29,89	PE	26,00	32
TR6	total -planta3	12	3,43	0,28	0,96664	1,50	28,64	PE	26,00	32
TR7	total-planta3 y 2	8	1,99	0,39	0,76757	1,50	25,53	PE	26,00	32
TR8	total -planta3,2,1	4	0,55	0,77	0,42167	1,50	18,92	PE	26,00	32

Tabla 31 Diámetros baterías por plantas portal 2

edificio										
Tramo	Denominación	Nº Sum.	Q total Caliente	Kv	Q Total Simul	V m/s	D cal. mm.	Material	D int. mm	DN mm
TR9	TRAMOTOTAL 3 PORTALES	42	14,36	0,20	2,872	1,50	49,37	PE	40,8	50

Tabla 32 Diámetro en patinillo 3 portales



Universidad  
Carlos III de Madrid

PROYECTO DE  
INSTALACIÓN DE FONTANERÍA EN EDIFICIO DE  
42 VIVIENDAS CON GARAJE/APARCAMIENTOS

Calle Vetusta, nº 21 (Leganés)

M A D R I D

MEMORIA INSTALACIÓN SOLAR

## **1. INTRODUCCIÓN**

Tanto desde un punto de vista internacional como desde el punto de vista nacional, es claramente necesaria una fuerte apuesta por las energías renovables, que en gran medida reducirían las emisiones de agentes nocivos al medio ambiente así como la reducción de la dependencia de los combustibles fósiles.

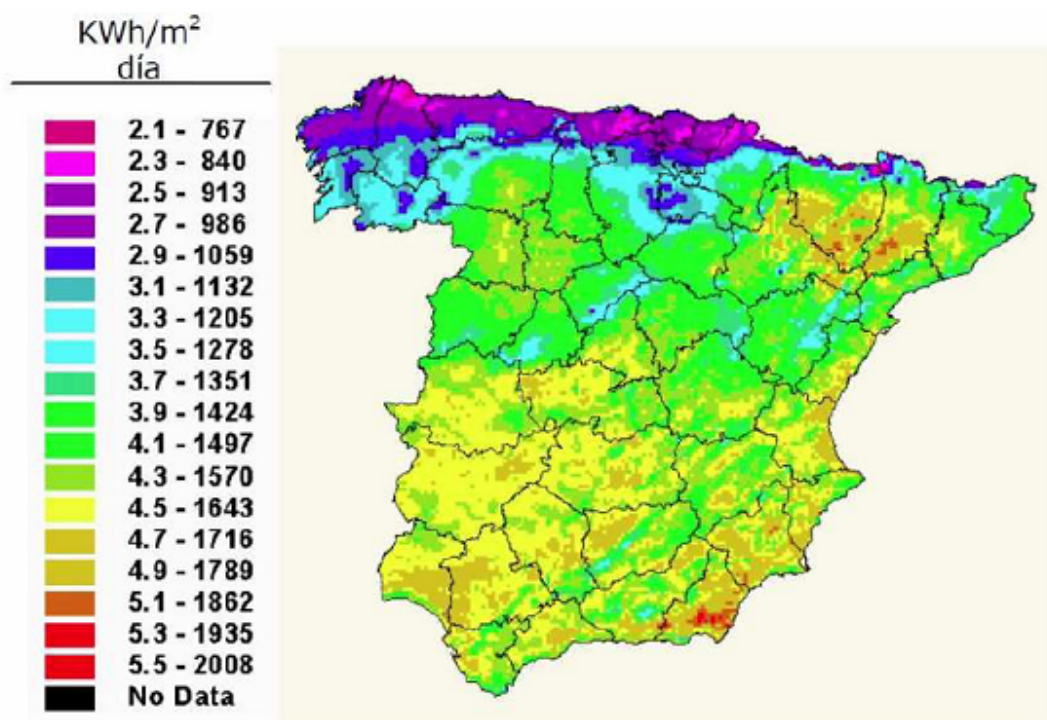
Esto cobra aún más interés en países con escasos recursos energéticos como es España, país que sí posee abundantes recursos energéticos y renovables como son la eólica y la solar. Esta iniciativa hacia un mayor aprovechamiento de estas energías queda claro en datos del Ministerio de Industria [1] donde se detalla que ya en el año 2007 casi el 20% de la electricidad consumida fue de origen renovable, aunque ya se está desarrollando un nuevo plan de Energía Renovable para el periodo 2010-2020 que busca incrementar esta producción en un 8%.

Desde un punto de vista más cercano al consumo de energía doméstico, el aprovechamiento de la energía solar se está convirtiendo en una gran fuente de ahorro, tanto en forma de emisiones como económicamente. Cada vez es más común encontrar en nuestro entorno colectores solares, encargados de captar y aprovechar al máximo la radiación proveniente del sol. Este aprovechamiento va encaminado a transformar dicha energía en energía térmica o fotovoltaica.

La que nos ocupa en este proyecto es la energía solar térmica que busca absorber la energía proveniente de la radiación solar a través de los ya mencionados paneles solares, transmitiendo la energía a un fluido caloportador que a través de una serie de etapas de intercambio energético permitirá aportar agua caliente sanitaria principalmente, aunque otro tipo de aplicaciones son la calefacción y la refrigeración.

En este aspecto España podría convertirse en una potencia en el aprovechamiento de esta fuente de energía natural debido a sus condiciones climáticas y situación geográfica [24].

En el caso que nos ocupa, la comunidad Madrileña, posee una situación climatológica bastante favorable, con un gran aporte solar, como se puede ver en la siguiente figura.



*Figura 21 Radiación solar en España*

A lo largo de este proyecto se buscará demostrar la eficiencia y efectividad de este tipo de instalaciones y las posibilidades que estas nuevas tecnologías pueden aportar desde el punto de vista económico, de impacto medio ambiental y de dependencia de otras fuentes más problemáticas

El código técnico de la edificación, aprobado por el real decreto 314/2006, obliga a los edificios de nueva construcción, así como a los edificios que realicen obras de ampliación, modificación reforma o rehabilitación a la instalación de sistemas solares térmicos [10].

Por tanto, la situación de España en términos de energía solar en la actualidad es bastante ambiciosa, con un crecimiento esperado bastante óptimo intentando recuperar el tiempo perdido.

## **2. NORMATIVA DE APLICACIÓN.**

De acuerdo con las disposiciones vigentes las instalaciones de agua caliente sanitaria por energía solar proyectadas se atienen a la normativa oficial.

En el momento actual, las instrucciones de aplicación son las siguientes:

- Código Técnico de la Edificación, en su DOCUMENTO BÁSICO “HE“, Ahorro de Energía [4].
- REAL DECRETO 1027/2007, de 20 de Julio, por el que se aprueba el Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios (RITE) y sus Instrucciones Técnicas (IT) [8].
- Real Decreto 842/2002 de 2 de Agosto por el que se aprueba el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión y sus I.T.C. correspondientes [9].
- Legislación actual sobre la legionela, en especial la Norma UNE 100-030-94 [17].
- ORDEN de 28 de Julio de 1980, por la que se aprueban las normas e instrucciones técnicas complementarias para la homologación de los captadores solares.[23].
- Pliego de Condiciones Técnicas de IDAE para instalaciones de energía solar térmica [26].

## **3. DESCRIPCIÓN DE LA INSTALACIÓN.**

La instalación solar se compone de una superficie de captación, con varios captadores situados en la cubierta de los edificios, una central de almacenamiento de agua sanitaria, con depósito de acumulación, intercambiador de calor, estación de regulación solar para control del sistema y las correspondientes bombas de aceleración en circuitos primario y secundario así como los sistemas eléctricos para regulación y control de la instalación. Esta central está situada en la planta ático del edificio.

La conexión entre filas de colectores se realiza con sistema de retorno invertido, y dentro de cada fila, los colectores se conectan en paralelo.

Las filas de colectores que no se pudieran conectar con retorno invertido, se conectarán en paralelo con válvulas de equilibrado.

La distribución de agua caliente desde el depósito de acumulación a las viviendas se realiza por medio de una red general de hierro galvanizado, con montantes en cada portal y acometida a las viviendas con contadores de consumo situados en los rellanos.

La instalación se completa con las correspondientes bombas de aceleración en red solar, primario y secundario, intercambiador de calor, disipadores de calor, depósito acumulador y reguladores

La instalación dispone de red de retorno hasta cada contador de consumo.

#### 4. SELECCIÓN DE LOS CAPTADORES.

Se instalarán en la comunidad de Madrid, que tienen las siguientes características:

Latitud (°):

Latitud de cálculo (°):

Altitud (m):

Longitud (°):

Los paneles solares se ubicarán en superposición con el tejado teniendo por tanto la

misma orientación e inclinación que éste, es decir  $40^\circ$  sobre la horizontal y con orientación hacia el sur, siendo esta la orientación óptima.

En los alrededores del conjunto de viviendas no existen anteriormente, árboles, edificios ni ningún otro elemento que pueda crear sombras y que repercutan en la cantidad de energía solar captada por los paneles.

Las tuberías que transportan el fluido encargado de absorber la energía solar entran bajo el tejado cuando finalizan los paneles solares descendiendo después por un patinillo hasta la planta ático, donde se ubicará el intercambiador de placas, los depósitos y la caldera necesarios para el correcto funcionamiento de la instalación de energía térmica.

#### **4.1. ORIENTACIÓN E INCLINACIÓN**

La orientación e inclinación de los paneles, teniendo en cuenta que la latitud de Madrid es  $40^\circ 25'$  deberá ser:

Orientación: SUR  $\pm 25^\circ$

Inclinación:  $40^\circ 25' \pm 10^\circ$

Para que las pérdidas por orientación e inclinación no supere los límites establecidos por el C.T.E.[9] la orientación de los captadores debe ser hacia el SUR geográfico, con una desviación de  $\pm 25^\circ$ , y el ángulo de inclinación con una variación de  $+10^\circ$  o  $-10^\circ$  según sea invierno o verano respectivamente.

#### **4.2. SEPARACIÓN**

Para que las sombras proyectadas por cada fila de captadores no influya en el rendimiento de la instalación, la separación entre filas de colectores deberá ser mayor del valor obtenido por la expresión:

$$d = k \cdot h$$

Siendo:

$d$  = Distancia entre filas, en m.

$h$  = Altura de la batería de paneles:

$h = 0,90$  m (panel horizontal)

$h = 2,30$  m (panel vertical)

$k = 1,879$  (Valor para  $40^\circ$  de inclinación de panel)

$d = k \cdot h = 1,69$  m, (Disposición horizontal)

$d = k \cdot h = 4,32$  m, (Disposición vertical)

#### 4.3. CARACTERÍSTICAS

El colector seleccionado VITOSOL 200F MODELO SV2 TIENE LAS SIGUIENTES

Datos técnicos		
Modelo		SV2
Superficie	m <sup>2</sup>	2,51
Anchura	mm	1056
Altura	mm	2380
Profundidad	mm	90
Rendimiento	%	79,3
Coefficiente pérdida de carga	W/m <sup>2</sup> K	3,95
Peso	Kg	52
Volumen del fluido	l	1,83
Temperatura max de inactividad	°C	221
Caudal	lh/m <sup>2</sup>	50

*Tabla33 Características del colector solar*



## 5. DATOS PREVIOS

### 5.1. DATOS METEOROLOGICOS

Mes	Días del mes	Tamb	Hdía	Tred
		°C	MJ/m²día	°C
Enero	31	6	6,70	6
Febrero	28	8	10,60	7
Marzo	31	11	13,60	9
Abril	30	13	18,80	11
Mayo	31	18	20,90	12
Junio	30	23	23,50	13
Julio	31	28	26,00	14
Agosto	31	26	23,10	13
Septiembre	30	21	16,90	12
Octubre	31	15	11,40	11
Noviembre	30	11	7,50	9
Diciembre	31	7	5,90	6
<b>Total anual</b>	<b>365</b>			
<b>Media anual</b>	<b>30,42</b>	<b>15,58</b>	<b>15,41</b>	<b>10,25</b>

*Tabla34 Datos meteorológicos de Madrid*

## 5.2. NECESIDADES MEDIAS MESUALES

<b>Tipo de Viviendas</b>											
Vivienda tipo	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Nº viviendas	2	2	10	10	2	10	2	2	1	1	total viviendas <b>42</b>
Nº dorm/vivienda	2	3	2	3	3	3	2	3	3	3	segunCTE [4] HE4-4
Nº pers/vivienda*	3	4	3	4	4	4	3	4	4	4	
Total pers/viv tipo	6	8	30	40	8	40	6	8	4	4	total personas <b>154</b>
l/día persona	22										
Total l/día		<b>3388</b>									
Factor simultaneidad f:	1										
		Total demanda l/día <b>3388</b>									

Tabla35 Necesidades medias mensuales y caudal al día

Criterio de demanda	Litros ACS/día a 60° C	
Viviendas unifamiliares	30	por persona
Viviendas multifamiliares	22	por persona
Hospitales y clínicas	55	por cama
Hotel ****	70	por cama
Hotel ***	55	por cama
Hotel/Hostal **	40	por cama
Camping	40	por emplazamiento
Hostal/Pensión *	35	por cama
Residencia (ancianos, estudiantes, etc)	55	por cama
Vestuarios/Duchas colectivas	15	por servicio
Escuelas	3	por alumno
Cuarteles	20	por persona
Fábricas y talleres	15	por persona
Administrativos	3	por persona
Gimnasios	20 a 25	por usuario
Lavanderías	3 a 5	por kilo de ropa
Restaurantes	5 a 10	por comida
Cafeterías	1	por almuerzo

Tabla36 Demanda diaria según CTE[4]

Número de dormitorios	1	2	3	4	5	6	7	más de 7
Número de Personas	1,5	3	4	6	7	8	9	Nº de dormitorios

*Tabla37 Número de personas según dormitorios en edificio[4]*

## 6. CÁLCULO DE LA DEMANDA ENERGÉTICA

Para poder diseñar correctamente la instalación solar térmica es necesario conocer la cantidad de energía térmica requerida para el abastecimiento de ACS, es decir, la demanda de ACS (DE).

Los parámetros que definen dicha demanda son:

- - El consumo de ACS en el edificio (QACS)
- - La temperatura de entrada del agua de la red (Tred)
- - La temperatura del agua de consumo (Tacs)
- - Las propiedades del agua: densidad y calor específico.

El consumo de ACS depende del número de las personas que habitan en el edificio (n) y del consumo de ACS por persona y día a la temperatura de uso, que según el CTE[4] equivale a 22 litros a 60 °C

$$DE_{mes} = Q_{mes} \cdot (T_{a.c.s} - T_{red}) \cdot \rho \cdot C_p$$

Mes	Días del mes	$T_{red}$	$T_{ACS}-T_{red}$	$Q_{mes}$	$DE_{mes}$
		°C	°C	litros	kWh
Enero	31	6	54	105028	6578,95
Febrero	28	7	53	94864	5832,24
Marzo	31	9	51	105028	6213,46
Abril	30	11	49	101640	5777,22
Mayo	31	12	48	105028	5847,96
Junio	30	13	47	101640	5541,41
Julio	31	14	46	105028	5604,29
Agosto	31	13	47	105028	5726,13
Septiembre	30	12	48	101640	5659,32
Octubre	31	11	49	105028	5969,79
Noviembre	30	9	51	101640	6013,02
Diciembre	31	6	54	105028	6578,95
<b>Total anual</b>	<b>365</b>			<b>1236620</b>	<b>71342</b>
Media anual	30,42	10,25	49,75	103052	5945,23

*Tabla38 Demanda energética*

## 6.1 CONTRIBUCIÓN SOLAR MÍNIMA

### Aportación solar mínima exigida

Energía de apoyo:

Hidrocarburos

Fracción solar exigida segun:

Madrid

**60%**

La contribución solar mínima anual es la fracción entre los valores anuales de la energía solar aportada exigida y la demanda energética anual, obtenidos a partir de los valores mensuales. En la siguiente tabla se indica, para cada zona climática y diferentes niveles de demanda de agua caliente sanitaria, la contribución solar mínima anual.

Demanda total de ACS del edificio (l/d)	Contribución solar mínima en %. Caso general				
	Zona climática				
	I	II	III	IV	V
50-5.000	30	30	50	60	70
5.000-6.000	30	30	55	65	70
6.000-7.000	30	35	61	70	70
7.000-8.000	30	45	63	70	70
8.000-9.000	30	52	65	70	70
9.000-10.000	30	55	70	70	70
10.000-12.500	30	65	70	70	70
12.500-15.000	30	70	70	70	70
15.000-17.500	35	70	70	70	70
17.500-20.000	45	70	70	70	70
> 20.000	52	70	70	70	70

Tabla39 Contribución solar mínima por zona según CTE[4].

En la siguiente figura se muestra las zonas climáticas que se producen en cada una de las ciudades españolas.



Figura22 Mapa de las zonas climáticas según CTE[4].

Como podemos observar, y haciendo uso de las tablas anteriores, nuestras viviendas que pertenecen a la ciudad de Madrid (zona climática IV) tendrán una contribución solar mínima del 60 %.

## 6.2. MÉTODO F-CHART

La ecuación utilizada en este método puede apreciarse en la siguiente fórmula:

$$f = 1,029D_1 - 0,065D_2 - 0,245D_1^2 + 0,0018D_2^2 + 0,0215D_1^3$$

Este método consta de los siguientes pasos:

- Cálculo del parámetro  $D_1$
- Cálculo del parámetro  $D_2$
- Determinación de la fracción energética mensual  $f$  aportada por el sistema de captación solar
- Determinación del grado de cobertura solar anual  $F$

### *Cálculo del parámetro $D_1$*

Este parámetro expresa la relación entre la energía absorbida por la placa del captador plano y la carga calorífica total de calentamiento anual.

### *Energía absorbida por el captador*

:

$$E_a = A \cdot F'_r(\tau\alpha) R_1 \cdot N$$

*Siendo:*

$A$  = Superficie del captador ( $m^2$ )

$R_1$  = Radiación diaria media mensual incidente sobre la superficie de captación por unidad de área ( $kJ/m^2$ )

$N$  = Número de días del mes

$F'_r(\tau\alpha)$  = Factor adimensional, que viene dado por la siguiente expresión:

$$F'_r(\tau\alpha) = F_r(\tau\alpha)_n \left[ \left( \frac{\tau\alpha}{\tau\alpha_n} \right) \left( \frac{F'_r}{F_r} \right) \right]$$

Siendo:

$F_r(\tau\alpha)_n$  = Factor de eficiencia óptica del captador, es decir, ordenada en el origen de la curva característica del captador.

$(\tau\alpha) / (\tau\alpha)_n$  = Modificador del ángulo de incidencia. En general se puede tomar como constante: 0,96

$F'_rN / F_r$  = Factor de corrección del conjunto captador-intercambiador. Se recomienda tomar el valor de 0,95.

Datos del sistema de captación	
Número de captadores proyectados	22
Área de un captador	2,51 m <sup>2</sup>
Área de captadores proyectada	55,22 m <sup>2</sup>
$F_R(\tau\alpha)_n$	0,84
$[(\tau\alpha)/(\tau\alpha)_n]$	0,96
$F'_R/F_R$	0,95
$F'_R(\tau\alpha)$	0,76608
$F_RU_L$	4,00 W/m <sup>2</sup> K
$F'_R/F_R$	0,95
$F'_RU_L$	0,0038 KW/m <sup>2</sup> K

Tabla40 Datos captador solar.

#### FACTOR DE CORRECCIÓN K PARA SUPERFICIES INCLINADAS

LATITUD 40º

Incli.	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPT.	OCTUBRE	NOV.	DIC.
40º	1,39	1,29	1,16	1,04	0,95	0,92	0,95	1,05	1,21	1,39	1,5	1,48

Tabla41 Factor k inclinación según latitud

Mes	Días del mes	Tamb	Hdía	Tred	kinc,mes	k <sub>or</sub>	k <sub>somb</sub>	k <sub>tot,mes</sub>	T <sub>ACS</sub> -T <sub>red</sub>	EI <sub>mes</sub>	EA <sub>mes</sub>
		°C	MJ/m²día	°C					°C	kWh/m²	kWh
Enero	31	6	6,7	6	1,39	1	1	1,39	54	80,2	3392
Febrero	28	8	10,6	7	1,29	1	1	1,29	53	106,35	4499
Marzo	31	11	13,6	9	1,16	1	1	1,16	51	135,85	5747
Abril	30	13	18,8	11	1,04	1	1	1,04	49	162,93	6893
Mayo	31	18	20,9	12	0,95	1	1	0,95	48	170,97	7233
Junio	30	23	23,5	13	0,92	1	1	0,92	47	180,17	7622
Julio	31	28	26	14	0,95	1	1	0,95	46	212,69	8998
Agosto	31	26	23,1	13	1,05	1	1	1,05	47	208,86	8835
Septiembre	30	21	16,9	12	1,21	1	1	1,21	48	170,41	7209
Octubre	31	15	11,4	11	1,39	1	1	1,39	49	136,45	5772
Noviembre	30	11	7,5	9	1,5	1	1	1,5	51	93,75	3966
Diciembre	31	7	5,9	6	1,48	1	1	1,48	54	75,19	3181
Total anual	365									1733,8	73346
Media anual	30,42	15,6	15,41	10,3		1	1	1,19	49,75	144,49	6112

Tabla42 Tabla resumen

Mes	Días del mes	DE <sub>mes</sub>	EA <sub>mes</sub>	D <sub>1</sub>
		kWh	kWh	
Enero	31	6578,95	3392	0,516
Febrero	28	5832,24	4499	0,771
Marzo	31	6213,46	5747	0,925
Abril	30	5777,22	6893	1,193
Mayo	31	5847,96	7233	1,237
Junio	30	5541,41	7622	1,375
Julio	31	5604,29	8998	1,605
Agosto	31	5726,13	8835	1,543
Septiembre	30	5659,32	7209	1,274
Octubre	31	5969,79	5772	0,967
Noviembre	30	6013,02	3966	0,660
Diciembre	31	6578,95	3181	0,483
Total anual	365		73346	
Media anual	30,42	5945,23	6112	1,046

Tabla43 Parámetro D1



### *Cálculo del parámetro D2*

Pasamos ahora a realizar el cálculo del parámetro D2. Este parámetro relaciona la energía perdida por los captadores y la energía calorífica anual de la siguiente manera:

$$E_p = A \bullet F'_r U_L (100 - t_a) \Delta t \bullet K_1 \bullet K_2$$

Siendo:

A = Superficie del captador (m<sup>2</sup>)

$$F'_r U_L = F_r U_L \left( \frac{F'_r}{F_r} \right)$$

Siendo:

$F_r U_L$  = Pendiente de la curva característica del captador (coeficiente global de pérdidas del captador)

$T_a$  = Temperatura media mensual del ambiente

$\Delta t$  = Período de tiempo considerado en segundos (s)

$K_1$  = Factor de corrección por almacenamiento que se obtiene a partir de la siguiente ecuación:

$$K_1 = \left[ \frac{kg_{acumulación}}{75A} \right]^{-0,25}$$
$$37,5 \leq \left( \frac{kg_{acumulación}}{m^2_{captación}} \right) \leq 300$$

Para poder resolver la ecuación anterior, debemos conocer el volumen de acumulación solar (V). Para ello tenemos en cuenta la siguiente condición impuesta en el CTE [9]:

$$50 < \frac{V}{A} < 180$$

Siendo:

A = Área del captador solar

V = Volumen del depósito de acumulación solar

**Datos del sistema de acumulación**

Volumen proyectado	4000 m <sup>3</sup>
Nºcaptadores	22
Área un captador	2,51
V/A	74,07

*Tabla44 Datos del sistema de acumulación*

$K_2$  = Factor de corrección, para A.C.S., que relaciona la temperatura mínima de A.C.S., la del agua de red y la media mensual ambiente, dado por la siguiente expresión:

$$K_2 = \frac{11,6 + 1,18 \cdot t_{ac} + 3,86 \cdot t - 2,32 \cdot t_a}{(100 - t_a)}$$

Siendo:

$t_{ac}$  = Temperatura mínima del A.C.S.

$t$  = Temperatura del agua de red

$t_a$  = Temperatura media mensual del ambiente

Una vez obtenido  $D_1$  y  $D_2$ , aplicando la ecuación inicial se calcula la fracción de la carga calorífica mensual aportada por el sistema de energía solar.

Mes	Días del mes	Tamb	Tred	TACS-Tred	K1	K2	EPmes
		°C	°C	°C			kWh
Enero	31	6	6	54	1,009	0,975	14432
Febrero	28	8	7	53	1,009	0,988	12924
Marzo	31	11	9	51	1,009	1,029	14428
Abril	30	13	11	49	1,009	1,089	14432
Mayo	31	18	12	48	1,009	1,060	13695
Junio	30	23	13	47	1,009	1,029	12073
Julio	31	28	14	46	1,009	0,993	11257
Agosto	31	26	13	47	1,009	0,976	11380
Septiembre	30	21	12	48	1,009	1,013	12192
Octubre	31	15	11	49	1,009	1,060	14183
Noviembre	30	11	9	51	1,009	1,029	13963
Diciembre	31	7	6	54	1,009	0,960	14066
Total anual	365						159024
Media anual	30,42	15,58	10,25	49,75	1,009	1,017	13252

*Tabla45 Energía potencial mensual*

Mes	Días del mes	DEmes	EPmes	D2
		kWh	kWh	
Enero	31	6578,95	14432	2,194
Febrero	28	5832,24	12924	2,216
Marzo	31	6213,46	14428	2,322
Abril	30	5777,22	14432	2,498
Mayo	31	5847,96	13695	2,342
Junio	30	5541,41	12073	2,179
Julio	31	5604,29	11257	2,009
Agosto	31	5726,13	11380	1,987
Septiembre	30	5659,32	12192	2,154
Octubre	31	5969,79	14183	2,376
Noviembre	30	6013,02	13963	2,322
Diciembre	31	6578,95	14066	2,138
Total anual	365	71342,74	159024	
Media anual	30,42	5945,23	13252	2,228

*Tabla46 Parámetro D2*

Con los parámetros D1 y D2 calculados, la fracción solar para cada mes será

$$f = 1,029D_1 - 0,065D_2 - 0,245D_1^2 + 0,0018D_2^2 + 0,0215D_1^3$$

Mes	Días del mes	D1	D2	fmes
Enero	31	0,516	2,194	0,334
Febrero	28	0,771	2,216	0,523
Marzo	31	0,925	2,322	0,618
Abril	30	1,193	2,498	0,764
Mayo	31	1,237	2,342	0,796
Junio	30	1,375	2,179	0,875
Julio	31	1,605	2,009	0,986
Agosto	31	1,543	1,987	0,961
Septiembre	30	1,274	2,154	0,826
Octubre	31	0,967	2,376	0,641
Noviembre	30	0,660	2,322	0,437
Diciembre	31	0,483	2,138	0,312
Total anual	365			
Media anual	30,42	1,046	2,228	0,673

*Tabla47 fracción solar mensual.*

Como podemos observar en las tablas anteriores, en nuestra instalación se cumple perfectamente las normas establecidas en el CTE ya que en ningún mes del año la energía producida por la instalación sobrepasa el 110%, y tampoco se sobrepasa el 100% en más de tres meses consecutivos [9].

Una vez calculada las fracciones solares mensuales, habrá que calcular la fracción solar anual, para ver si ésta cumple con dichas exigencias mencionadas anteriormente.

#### *Cálculo de la fracción solar anual*

La fracción solar anual se calcula como la relación entre la suma de aportaciones solares mensuales y la suma de las demandas energéticas de cada mes:

$$F_{anual} = \frac{\sum_{mes=1}^{12} EU_{mes}}{\sum_{mes=1}^{12} DE_{mes}}$$

Siendo:

$EU_{mes}$  =la energía útil mensual aportada por la instalación solar para la producción de agua caliente sanitaria de las viviendas.

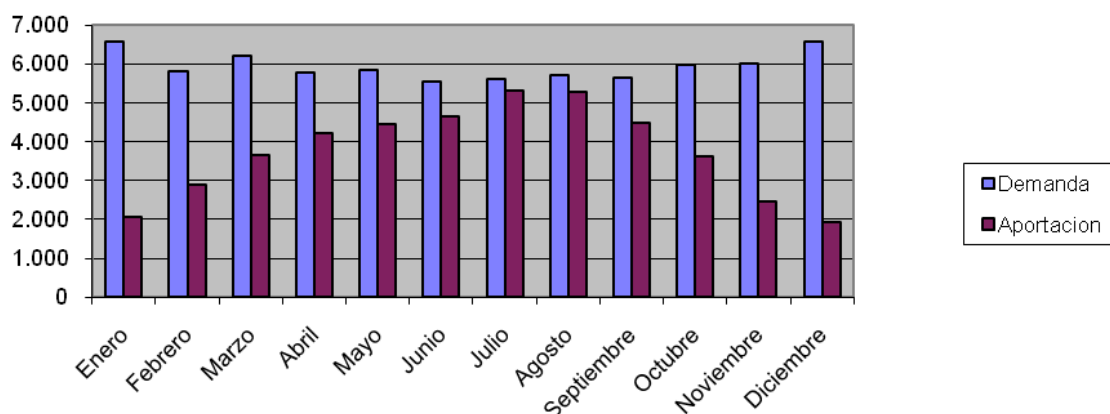
$DE_{mes}$  =la demanda energética.

Mes	fmes	DEmes	EUmes	Fanual
		kWh	KWh	
Enero	0,334	6578,95	2200,61	
Febrero	0,523	5832,24	3048,28	
Marzo	0,618	6213,46	3839,40	
Abril	0,764	5777,22	4415,48	
Mayo	0,796	5847,96	4656,28	
Junio	0,875	5541,41	4846,94	
Julio	0,986	5604,29	5527,02	
Agosto	0,961	5726,13	5504,89	
Septiembre	0,826	5659,32	4674,40	
Octubre	0,641	5969,79	3827,07	
Noviembre	0,437	6013,02	2627,92	
Diciembre	0,312	6578,95	2052,13	
<b>Total anual</b>		<b>71342,74</b>	<b>47220,41</b>	
<b>Media anual</b>	<b>0,673</b>	<b>5945,23</b>	<b>3935,03</b>	<b>0,662</b>

*Tabla48 Fracción solar anual*

Como vemos, la superficie de captación no alcanza los límites establecidos por la fracción solar necesaria establecida por la comunidad madrileña en cuanto a que debe haber una fracción solar mínima del 60%.

**Gráfico anual a.c.s. kW h/mes**



*Figura23 Gráfico anual A.C.S*

## 7. PÉRDIDAS COLECTORES

Provincia	Madrid
Latitud de cálculo	40 °
T <sub>ACS</sub>	60 °C
Acimut captadores	0 °
Inclinación captadores	40 °

*Tabla49 Ángulo  $\alpha$  y  $\beta$  captadores*

Pérdidas	Orientación inclinación(%)	e sombras(%)	total(%)
Obtenidas	5	0	5
Límite C.T.E.	10	10	15

*Tabla50 Pérdidas captadores*

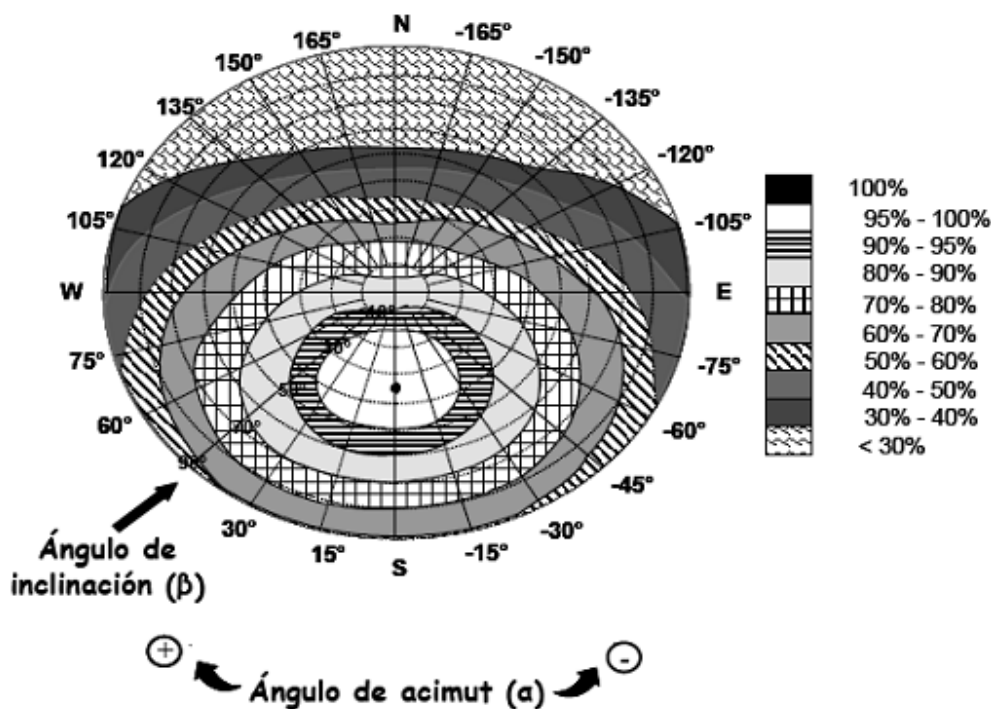


Figura24 Pérdidas por orientación e inclinación

## 8. FLUIDO CALOPORTADOR

El circuito solar o primario es el que engloba el sistema de captación y parte del intercambiador de calor.

El fluido caloportador circula por dicho circuito y es el encargado de transferir la energía térmica obtenida en los captadores por medio de la radiación solar al circuito secundario a través del intercambiador de calor. Por ello el diseño seleccionado para el circuito primario se basa en la idea de forzar la circulación del fluido mediante una bomba eléctrica, que si bien encarece la instalación, permite obtener una protección contra heladas al utilizar como fluido caloportador líquidos de bajo punto de congelación y controlar la transferencia térmica entre captación y acumulación.

Además de la bomba eléctrica en el circuito primario se coloca un vaso de expansión que absorbe la dilatación de volumen sufrida por el fluido debido a los cambios de temperatura.



## 8.1. FLUIDO PORTANTE

El fluido encargado de portar el calor también debe de ser capaz de aguantar en las épocas frías del año temperaturas a las cuales el agua se congelaría, protegiendo así la instalación contra heladas, por tanto se usa una disolución acuosa de propilenglicol.

El suministro de Propilenglicol se hace en bidones de 10 y 20 l cuyas características se muestran a continuación:

PROPIEDADES TYFOCOR L CONCENTRADO		
Aspecto	claro, líquido incoloro	
Punto de Ebullición	>150°C	ASTM D 1120
Punto de Solidificación	<-50°C	DIN ISO 3016
Densidad (20°C)	1.054-1058g/cm <sup>3</sup>	DIN 51757/ASTM D 4052
Viscosidad (20°C)	68-72mm <sup>2</sup> /s	DIN 51562
Índice de refracción (20°C)	1.435-1.437	DIN 51423
Reserva de alcalinidad	10-13mL 0.1n HCl	ASTM D1121
pH concentrado	6.5-8.0	ASTM D 1287
pH diluido al 1:2 con agua destilada	7.5-8.5	ASTM D 1287
Contenido en agua	<4%v/v	ASTM D1123/ DIN 51777
Punto de Inflamación	>100°C	DIN 51758
PROPIEDADES TYFOCOR L AL 40 %		
Índice de refracción al 40% (20°C)	1.3801	DIN 51423
Resistencia a las heladas al 40%	-21°C	DIN ISO 3016
Densidad al 40% (20°C)	1037g/cm <sup>3</sup>	DIN 51757/ASTM D 4052

*Tabla51 Propiedades del fluido caloportador*

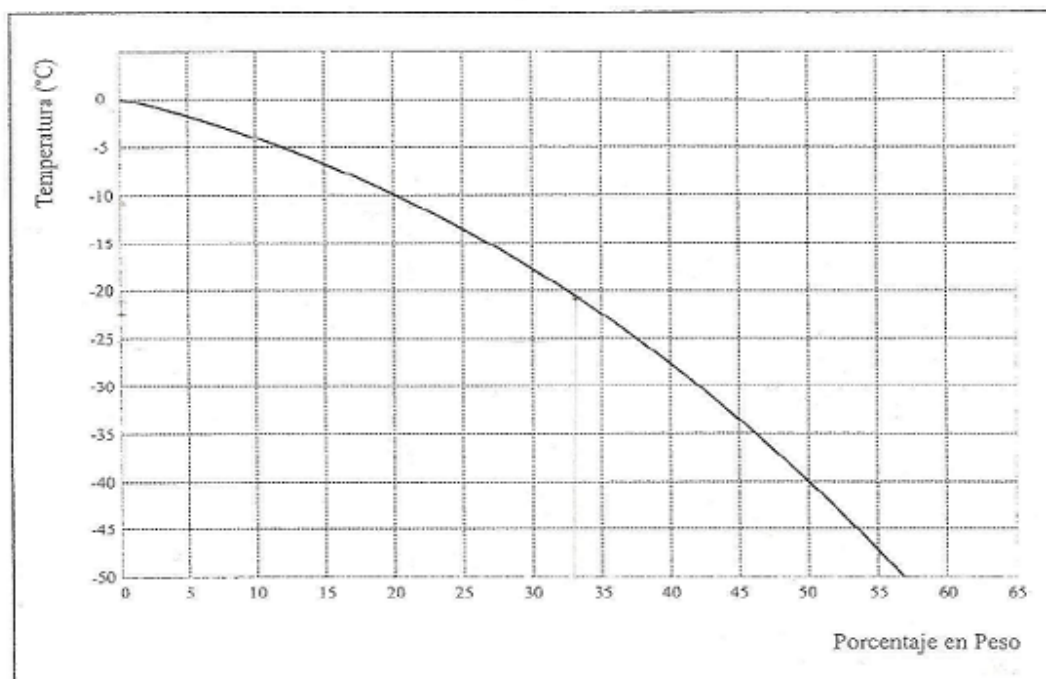
En la gráfica de la página 71 del Documento Técnico de Instalaciones en la Edificación para producción de ACS con energía solar térmica (DTIE 8.03), se relaciona la variación de temperatura de congelación con el porcentaje de propilenglicol en agua [25].

Para ello tendremos que ver cuál es la temperatura mínima histórica de Madrid, es -13,2 °C. (17 febrerode1983) .

Entraremos en la gráfica con un margen de 5 °C respecto a la temperatura mínima histórica siendo:

$$T_{entrada} = T_{minhistorica} + (-5)^{\circ}\text{C} = -18,5^{\circ}\text{C}$$

Entrando en la gráfica para ese valor de temperatura, obtenemos una concentración de propilenglicol de aproximadamente el 28%, y por tanto un 72% de agua.



*Figura 25 Variación de la temperatura de congelación con propilenglicol*

Con estos datos obtenemos las siguientes propiedades proporcionadas por el fabricante para la mezcla:

Densidad	Kg/l	1,01
Viscosidad	mm²/s	1,3
Conductividad térmica	W/mK	0,48
Número de Prandtl		9
Calor específico	KJ/KgK	3,9

*Tabla 2 Datos mezcla*

## 9. DEFINICIÓN DE LA INSTALACIÓN

La instalación se proyecta mediante conjunto de colectores solares planos de baja temperatura de operación (inferiores a 80°C), intercambiador, depósito de acumulación centralizado de producción solar, circuito hidráulico de distribución y retorno, y apoyo mediante caldera instantánea individual.

La instalación de colectores solares se proyecta implantarla en la plaza cubierta del edificio, en un área acotada y cercada, quedando así la instalación protegida de posibles manipulaciones de personal no autorizado.

Los colectores a instalar se conectarán en paralelo, con retorno invertido; el circulador proporcionará el caudal y presión para hacer efectivo la circulación forzada para obtener el flujo de cálculo (ganancias) y vencer la pérdida de carga. Para la producción del ACS, se proyecta efectuar el intercambio de calor del primario al secundario mediante un intercambiador de placas; el agua potable así caldeada se almacenará en un acumulador calorifugado con capacidad igual a la demanda calculada.

La instalación se desarrolla con un circuito primario de agua, con glicol como anticongelante

El circuito secundario debe ser totalmente independiente de modo que el diseño y en ejecución se impida cualquier tipo de mezcla de los distintos fluidos, el del primario (colectores) y el ACS preparada del secundario.

La instalación de los colectores solares se proyecta con circulación forzada mediante circulador (electrobomba) en el circuito primario. En el circuito secundario, para garantizar la recirculación de retorno al acumulador de apoyo, se proyecta también la disposición de un circulador.

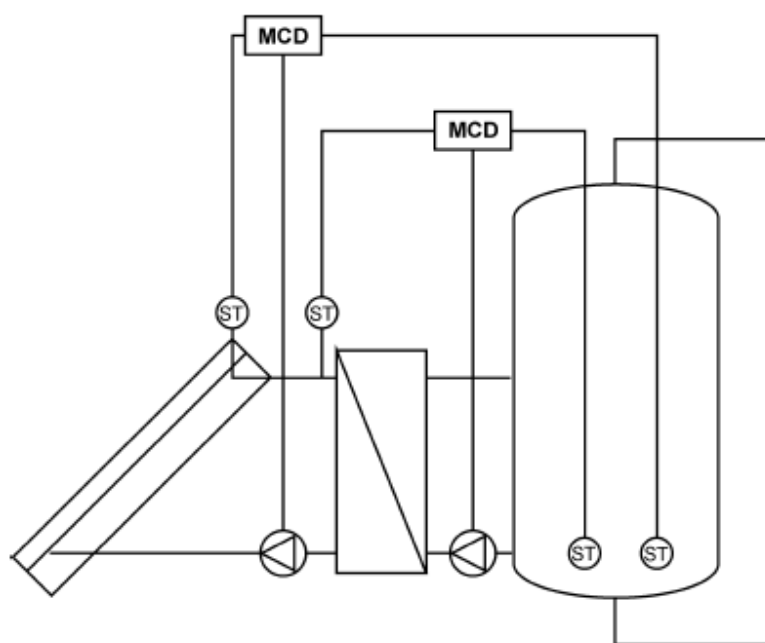
Dado que el fluido en el primario sobrepasara fácilmente los 60°C, y que en el secundario se proyecta para permitir que el agua caliente sanitaria alcance hasta una temperatura de 60 °C, debiendo soportar incrementos puntuales de hasta 70°C, se proscribire el uso de tuberías de acero galvanizado en toda la instalación. Así mismo, obligatoriamente se prevé el total calorifugado de todo el tendido de tuberías, válvulas, accesorios y acumuladores. Dado el cambio de temperaturas que se

producen en estas instalaciones, tanto en el circuito hidráulico primario, colectores, como el secundario, estarán protegidos con la instalación de vasos de expansión cerrados

Todo el circuito hidráulico se realizará en cobre, las válvulas de corte y las de regulación, purgadores y otros accesorios será de cobre, latón o bronce; no se admitirá la presencia de componentes de acero galvanizado. Se deberá instalar manguitos electrolíticos entre los elementos de diferentes metales para evitar el par galvánico.

En los circuitos primario y secundario, se prevé la utilización en diferentes presiones de trabajo, con gradiente  $\Delta P$  superior en el ultimo de modo que impida una mezcla accidental de ambos fluidos en el intercambiador, único elemento de la instalación donde separadamente circulan contiguos.

La regulación de en circuito primario está encomendada a un control diferencial de temperatura que procederá a la activación de la bomba, cuando el salto térmico, entre colectores y acumulador, permita una transferencia energética superior al consumo eléctrico de la bomba, marcándose un  $\Delta T \geq 3^{\circ}\text{C}$  para la puesta en marcha. Cuando se alcance  $\Delta T \geq 7^{\circ}\text{C}$  entre el fluido del circuito primario a la salida de los captadores y del secundario en el acumulador solar, el sistema de circulación forzada del primario se pondrá en marcha.

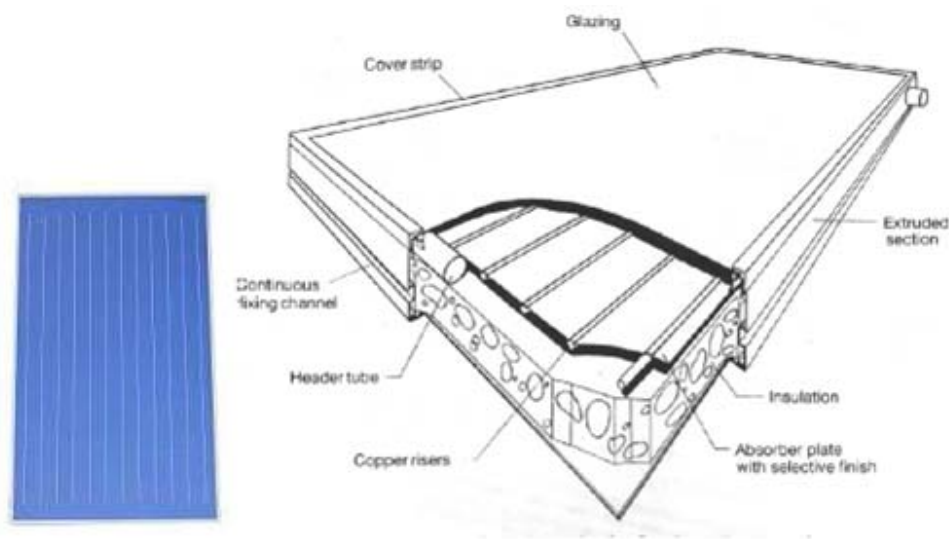


*Figura26 Esquema circulación forzada: acumulación solar centralizada.*

## 9.1. COMPONENTES DEL ESQUEMA

### 9.1.1 COLECTORES PLANOS

Son los más utilizados por tener la relación coste-producción de calor más favorable. En ellos, el captador se ubica en una caja rectangular, cuyas dimensiones habituales oscilan entre los 80 y 120cm de ancho, los 150 y 200cm de alto, y los 5 y 10cm de grosor (si bien existen modelos más grandes). La cara de expuesta al sol está cubierta por un vidrio muy fino, mientras que las cinco caras restantes son opacas y están aisladas térmicamente. Dentro de la caja, expuesta al sol, se sitúa una placa metálica. Esta placa está unida o soldada a una serie de conductos por los que fluye un caloportador (Proilenglicol en nuestro caso). A dicha placa se le aplica un tratamiento selectivo para que aumente su absorción de calor, o simplemente se la pinta de negro.



*Figura27 Colector solar plano*

#### 9.1.1.1 FUNCIONAMIENTO

El sol incide sobre el vidrio del colector, que siendo muy transparente a la longitud de onda de la radiación visible, deja pasar la mayor parte de la energía. Ésta calienta entonces la placa colectora que, a su vez, se convierte en emisora de radiación en onda larga o infrarrojos, menos energética. Pero como el vidrio es muy opaco a esas longitudes de onda, a pesar de las pérdidas por transmisión, (el vidrio es un mal aislante térmico), el recinto de la caja se calienta por encima de la temperatura exterior.

Este principio de funcionamiento se basa en un efecto invernadero, resultado de la característica que tiene un cuerpo transparente, que deja pasar a través suyo una radiación electromagnética determinada.

Al paso por la caja, el fluido caloportador que circula por los conductos se calienta, y transporta esa energía térmica a donde se desee.

El rendimiento de los colectores mejora cuanto menor sea la temperatura de trabajo, puesto que a mayor temperatura dentro de la caja (en relación con la exterior), mayores serán las pérdidas por transmisión en el vidrio. También, a mayor

temperatura de la placa captadora, más energética será su radiación, y más transparencia tendrá el vidrio a ella, disminuyendo por tanto la eficiencia del colector.

#### 9.1.1.2 PÉRDIDA DE CARGA EN LOS COLECTORES

El caudal circulante por un panel es de 50 l/hm<sup>2</sup> según los datos proporcionados por el fabricante de los mismos.

Según se indica en el catálogo del fabricante, la pérdida de carga en un panel es 33mm.c.a.

$$\Delta P = 33 \bullet 10^{-3} m.c.a \bullet 9806,65 Pa = 323,61 Pa$$

Por tanto, como tenemos 22 paneles instalados, la pérdida de carga total será:

$$\Delta P_{total} = 3,23 \bullet 22 = 7119 Pa = 0,72 m.c.a$$

#### 9.1.2 DISIPADORES

Según la tabla anterior de producción de energía, en ninguno de los meses se obtiene excedente de energía solar, por lo que no se prevé que pueda existir sobrecalentamiento. En caso de que en alguno de los meses la ocupación pudiera descender, periodos vacacionales, dando lugar a excesos de ganancias por energía solar ante una demanda menor, se instalará un disipador de calor estático en cada uno de los paneles solares.



*Figura28 Disipador de calor*

Este dispositivo, sin aporte de energía eléctrica, puede evacuar los excesos de ganancias salvaguardando la integridad de los colectores y de la instalación hidráulica (circuito primario).

### 9.1.3.-ACUMULADOR SOLAR

El acumulador se encarga de almacenar la energía térmica generada por las placas solares. Su misión es independizar el suministro de calor del consumo, porque la máxima aportación energética solar no suele coincidir con su demanda, adecuando de esta manera la disponibilidad a la necesidad.

Resulta imprescindible en las instalaciones puesto que, los periodos de radiación solar y la entrada de energía no suelen corresponder con los periodos en los que tiene lugar el consumo de agua caliente. En la producción de agua caliente se emplea el calor sensible contenido en el propio agua. El almacenamiento de energía térmica se realiza mediante la utilización de un acumulador y el tipo de acumulador depende a lo que se destine: agua caliente sanitaria, climatización, calefacción o uso industrial (en nuestro caso ACS). Existen en el mercado aproximadamente unos mil acumuladores diferentes en tipo y marca. Los más comunes son los acumuladores de agua caliente sanitaria, de inercia o combinados. Los acumuladores de agua caliente sanitaria deben ser capaces de soportar los altos niveles de presión y temperaturas de trabajo previstas, no sufrir deterioros por fenómenos de corrosión y han de cumplir obligatoriamente con los requisitos exigidos al almacenamiento de agua potable.

Aparte se han de solicitar un buen aislamiento térmico, adecuada estratificación de temperaturas, elevada capacidad térmica del medio de almacenamiento, bajos costes y una vida útil de aproximadamente 25 años.

En el acumulador el agua tiende a estratificarse debido a las diferentes densidades en función de su temperatura. En la parte superior del depósito será algo mayor a la inferior. Es importante potenciar este efecto con depósitos verticales con la altura no menor que el doble del diámetro.

El acumulador solar tiene una forma geométrica, siendo la altura mayor que el diámetro, y así, de esta manera, favorecemos esta estratificación de la que hablamos.



Con el aumento de temperatura, al disminuir la densidad del agua, cuanto mayor sea la altura del acumulador, mayor será la diferencia entre la parte superior e inferior del mismo.

En un acumulador, la entrada de agua fría se debe realizar por la parte baja y la salida de agua caliente desde la zona alta, para no romper dicha estratificación. Asimismo, el flujo de entrada no debe provocar corrientes dentro del acumulador ni la mezcla del fluido, por los mismos motivos.

En el CTE[4] se indica el posicionamiento de las tomas de entrada y salida que deben llevar los acumuladores.

Las conexiones de entrada y salida se situarán de forma que se eviten caminos preferentes de circulación del fluido y, además:

- - La conexión de entrada de agua caliente procedente del intercambiador o de los captadores al interacumulador se realizará, preferentemente a una altura comprendida entre el 50% y el 75% de la altura total del mismo.
- - La conexión de salida de agua fría del acumulador hacia el intercambiador o los captadores se realizará por la parte inferior de éste.
- - La conexión de retorno de consumo al acumulador y agua fría de red se realizarán por la parte inferior.
- - La extracción de agua caliente del acumulador se realizará por la parte superior.

En definitiva, los acumuladores solares suelen tener forma alargada, situados en vertical, para aumentar la estratificación.

Por tanto, el funcionamiento del acumulador solar es sencillo, por la parte superior del mismo se lleva a cabo la extracción del agua para su consumo, mientras que en la parte inferior se produce el calentamiento solar.

Para el diseño del captador solar tenemos en cuenta que el CTE[4] dice que el área de los captadores tendrá que tener un valor tal que se cumpla la siguiente condición:

$$50 \leq \frac{V}{A} \leq 180$$

Siendo:

A= Suma de las área de los captadores

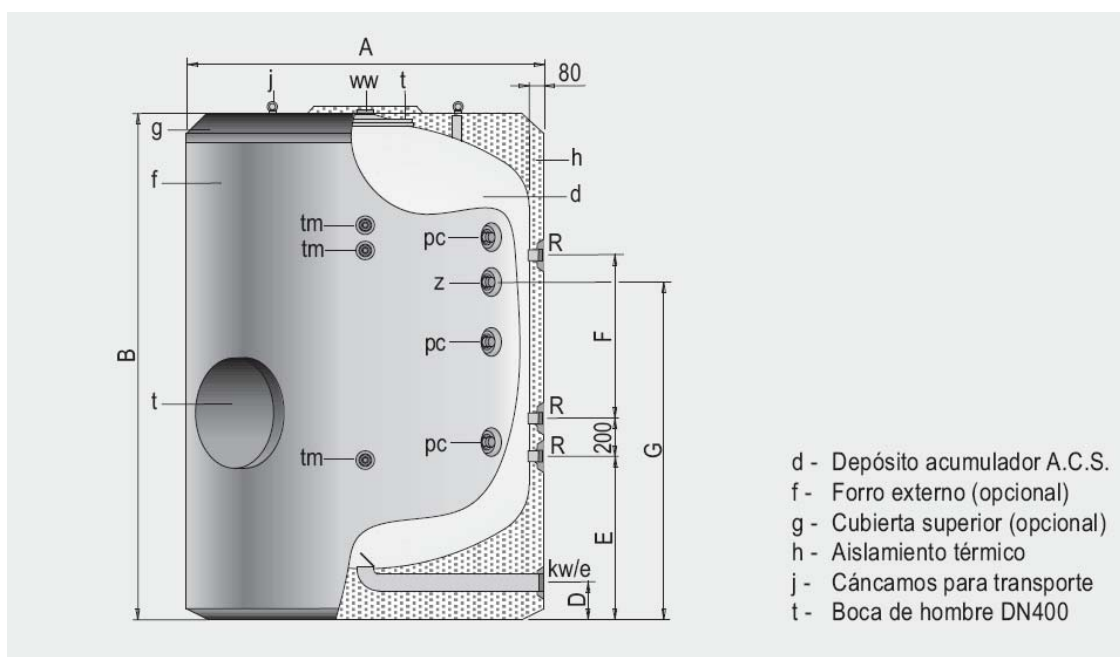
V= Volumen del depósito de acumulación solar

Condición de acumulación según el CTE  $50 < V/A < 180$

Relación V/A 74,07 l/m2

Volumen total de cálculo 4.000 l

Por tanto, elegimos dos acumuladores solares del fabricante LAPESA, de capacidad 2000 litros cuya figura se muestra a continuación:



*Figura29 Acumulador solar*

#### 9.1.4 TUBERÍAS

Se recomienda utilizar tuberías de conexión metálicas debido a las altas temperaturas y presiones que se alcanzan en el circuito. Los materiales utilizados para el

aislamiento de estas tuberías deben superar correctamente cualquier tipo de incidencia climatológica, ya que, en muchos casos se encuentran situadas en tramos exteriores.

Las pérdidas de calor en tuberías y conductos de ida y retorno a los colectores pueden ser significativas. Es necesario un adecuado aislamiento. La longitud de las tuberías necesaria se suele estimar para cálculos iniciales en base al área de captación. Es posible incluir el efecto de las pérdidas en las tuberías utilizando una ecuación modificada para el colector.

Con objeto de evitar pérdidas térmicas, la longitud de las tuberías del sistema deberá ser tan corta como sea posible y evitar al máximo los codos y pérdidas de carga en general.

Seleccionamos tuberías de cobre, tanto para el circuito primario como para el secundario.

Lo único que va a diferenciar ambos circuitos es que a través del circuito primario fluye propilenglicol cuya densidad es ligeramente superior a la del agua, mientras que por el circuito secundario fluye agua.

El diámetro de las tuberías se seleccionará de forma que la velocidad de circulación del fluido sea inferior a 2 m/s cuando la tubería discurra por locales habitados y a 3m/s cuando el trazado sea al exterior o por locales no habitados. (Pliego de condiciones técnicas solar a baja temperatura)

Por tanto, para el cálculo del diámetro necesario en las tuberías se recurre a la siguiente expresión:

$$D = \sqrt{\frac{4Q}{v\pi}}$$

Siendo:

D = Diámetro de la tubería (cm)

Q = Caudal (m<sup>3</sup>/h)

v = Velocidad del fluido.

El caudal que circula por la instalación es el caudal recomendado por el fabricante, en nuestro caso 50 l/hm<sup>2</sup> y colector. Así, para nuestro conjunto de 22 colectores el caudal que circula por la instalación será:

$$Q_{total} = 2,51 \cdot 22 \cdot 50 = 2761 \text{ l/h} = 766,9 \cdot 10^{-6} \text{ m}^3 / \text{s}$$

Como vimos en la condición anterior la velocidad debía ser menor de 2 m/s, por lo que estimamos inicialmente una velocidad de 1m/s.

Por tanto, sustituyendo en la ecuación del diámetro:

$$D = \sqrt{\frac{4Q}{v\pi}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 766,9 \cdot 10^{-6}}{1 \cdot \pi}} \cdot 1000 = 31,24 \text{ mm}$$

Usaremos para el circuito primario el de diámetro exterior 35mm que es el superior normalizado, y observamos que el interior es 33mm.

Con el valor del diámetro ya calculado podemos establecer la velocidad real del paso del fluido a través de la instalación de la siguiente forma.

$$v = \frac{4Q}{\pi D^2} = \frac{4 \cdot 2,76 \cdot 10^{-4}}{\pi \cdot (22 \cdot 10^{-3})^2} = 0,79 \text{ m/s}$$

#### 9.1.4.1 PÉRDIDAS EN TUBERIAS

Determinado el diámetro de las tuberías que debemos instalar, calculamos ahora la pérdida de carga en las mismas por unidad de longitud. Para ello utiliza fórmula de Darcy- Weisbach:

$$\Delta_{pf} = f \frac{\rho v^2}{D_{int} 2} L$$

Siendo:

$f$  = coeficiente de fricción

$v$ =velocidad del fluido

$\rho$ = densidad del fluido

$D_{int}$  = diámetro interior de la tubería

El factor de fricción ( $f$ ) necesario para calcular la pérdida de carga, lo obtenemos a partir del diagrama de Moody en función del número de Reynolds y la rugosidad relativa.

$$Re = \frac{vD_{int}}{\nu} = \frac{(2,79 \cdot 10^3) \cdot 33}{1,3} = 70823,07$$

$$\varepsilon = 2 \mu m \text{ (Rugosidad media del Cobre)}$$

$$\frac{\varepsilon}{D_{int}} = \frac{2 \cdot 10^{-6}}{33 \cdot 10^{-3}} = 0,00006$$

Entrando en el diagrama de Moody:

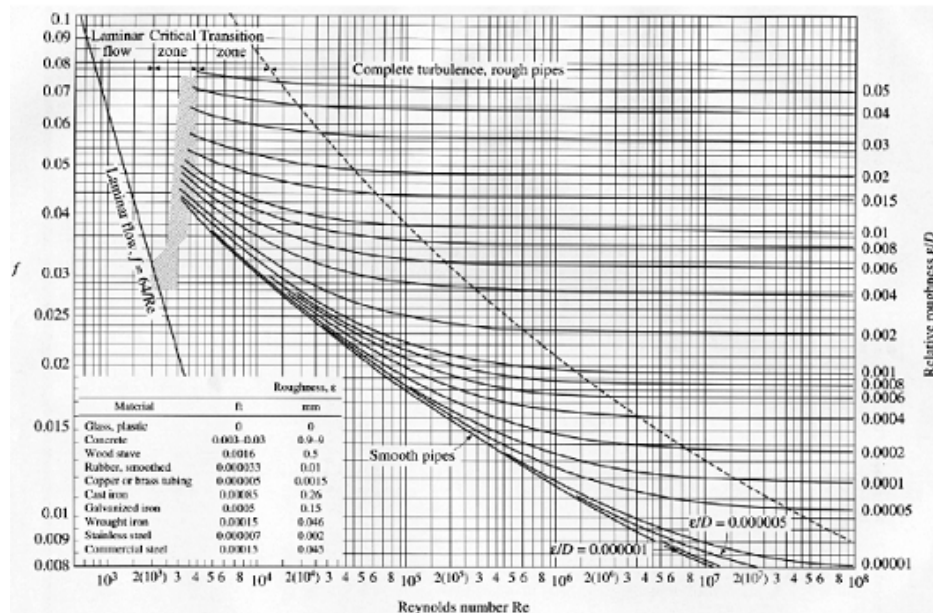


Figura30 Diagrama de Moody

Introduciendo los valores calculados anteriormente, obtenemos que el factor de fricción es aproximadamente:

$$f=0,02$$

La longitud total del circuito primario es de 51,94m.

Por tanto, aplicando la fórmula de Darcy – Weisbach, la pérdida de carga total en nuestro circuito será:

$$\Delta_{pf} = f \frac{\rho v^2}{D_{int} 2} L = 0,02 \cdot \frac{1010 \cdot 0,79^2}{0,033 \cdot 2} \cdot 51,94 = 9921,17 Pa = 1,01 m.c.a$$

#### 9.1.5 VASOS DE EXPANSIÓN

Un Vaso de expansión o Depósito de expansión es un elemento utilizado en circuitos de calefacción de edificios para absorber al aumento de volumen que se produce al expandirse, por calentamiento, el fluido caloportador que contiene el circuito.

Su función es compensar los cambios de volumen del fluido de trabajo ocasionados por la dilatación térmica, evitando el escape del fluido de trabajo a través de la válvula de seguridad cuando el fluido se calienta. Al calentarse el circuito primario, una parte del fluido entra en el vaso de expansión, regresando al circuito cuando se enfría, manteniendo así la presión en el circuito dentro del rango de presiones admisibles y siempre por encima de la atmosférica, impidiéndose la introducción de aire en el circuito cuando vuelve a enfriarse.

Vaso de expansión cerrado: El vaso de expansión cerrado está formado por dos zonas: una en contacto con el circuito primario de calefacción y por tanto llena de agua y una segunda zona llena de aire o gas nitrógeno en su caso.

Estas zonas están separadas por una membrana impermeable. Cuando el agua se expande, aumentando de volumen, la membrana cede comprimiendo el aire y logrando una presión de funcionamiento estable. Este tipo de vaso produce una sobrepresión en el circuito, cuestión que debe de estar prevista para que no dañe sus componentes. Su ventaja es que puede estar en el mismo local que las calderas y por lo tanto al abrigo de las heladas.

##### 9.1.5.1 DISEÑO DEL VASO DE EXPANSIÓN CIRCUITO PRIMARIO

Debemos tener en cuenta que la temperatura mínima corresponde a la temperatura mínima ambiental para la ciudad de Madrid, en nuestro caso se da en el mes de

Enero con 6°C, y la temperatura máxima corresponde con la temperatura de estancamiento del colector seleccionado, que en nuestro caso será de 221°C.

Con estos datos, el volumen de fluido de la instalación corresponde al que circula tanto por las tuberías como por el colector, y se calcula de la siguiente manera:

$$V_{inst} = V_{tuberías} + V_{colector} + V_{intercambiador}$$

Siendo:

$V_{inst}$  = Volumen total de la instalación siendo este la suma del volumen de los colectores, del intercambiador de calor y de las tuberías.

$$\begin{aligned} V_{inst} &= V_{tuberías} + V_{colector} + V_{intercambiador} = \frac{\pi D_{int}^2}{4} L + V_{colector} + V_{intercambiador} = \\ &= \pi \cdot \frac{0,033^2}{4} \cdot 51,94 + (1,83 \cdot 10^{-3}) \cdot 22 + 12 \cdot 10^{-3} = 0,0966 m^3 = 96,68 l \end{aligned}$$

Coefficiente de dilatación del líquido solar: 10%.

Presión máxima de trabajo: 4,5 bar.

Presión de llenado: 3,0 bar.

#### VOLUMEN DEL DEPÓSITO DE EXPANSIÓN SOLAR:

$$V = \frac{96,98 \cdot 10}{100} = 9,69 l.$$

Coefficiente de utilización:

$$K = \frac{P_t - P_i}{P_t}, \text{ siendo}$$

$P_t$  = Presión absoluta de trabajo = 4,5+1

$P_i$  = Presión absoluta de llenado = 3,0+1

$$K = \frac{5,5 - 4}{5,5} = 0,273$$

#### VOLUMEN DEL DEPÓSITO DE EXPANSIÓN:

$$V = 9,69 / 0,273 = 35,52 l$$

Optamos entonces por instalar un vaso de expansión de 50 l proporcionado por el fabricante SALVADOR ESCODA.

#### 9.1.5.2 DISEÑO DEL VASO DE EXPANSIÓN CIRCUITO SECUNDARIO

$$V_{inst} = V_{tuberias} + V_{acumulador} + V_{intercambiador} = \frac{\pi D_{int}^2}{4} L + V_{acumulador} + V_{intercambiador} =$$
$$= \pi \cdot \frac{0,033^2}{4} \cdot 51,94 + 4 + 12 \cdot 10^{-3} = 4,01 m^3 = 4012,8 l$$

$$V = \frac{V_1 \times P_2}{(P_2 - P_1)}$$

Siendo:

V = Volumen de depósito de expansión, en litros.

V1 = Volumen de agua dilatado (4% cada 100°C).

P<sub>1</sub> = Presión absoluta a la temperatura de trabajo (6 bar).

P<sub>2</sub> = Presión absoluta en entrada agua fría (3 bar).

$$V_1 = \frac{4012,8 \cdot 4 (60^\circ C - 10^\circ C)}{100 \cdot 100^\circ C} = 80,25 l$$

$$V = \frac{80,25 \cdot (6+1)}{(6+1) - (3+1)} = 140,4 l$$

Se instalará un vaso de expansión de 150l de la marca Salvador Escoda.





*Figura31 Vaso de expansión*

#### 9.1.6 PURGADORES

Los purgadores son sistemas necesarios para realizar la purga de aire que queda contenida en la instalación. La presencia de aire perjudica el buen funcionamiento de los circuitos, especialmente cuando se concentra en forma de bolsas que pueden llegar a impedir la circulación del fluido. Los purgadores pueden ser de dos tipos:

- - De accionamiento manual, en los que se acumula el aire pero no sale hasta que se afloja la válvula existente.
- - De accionamiento automático, que dejan salir el aire cuando se acumula una cierta cantidad.

El CTE[4] establece los siguientes criterios para el purgador de aire:

- - En los puntos altos de la salida de baterías de captadores y en todos aquellos puntos de la instalación donde pueda quedar aire acumulado, se colocarán sistemas de purga constituidos por botellines de desaireación y purgador manual o automático. El volumen útil del botellín será superior a 100 cm<sup>3</sup>. Este volumen podrá disminuirse si se instala a la salida del circuito solar y antes del intercambiador un desaireador con purgador automático.

- - En el caso de utilizar purgadores automáticos, adicionalmente, se colocarán los dispositivos necesarios para la purga manual.

Debido a la posibilidad de formación de vapor, en el circuito primario no es aconsejable la instalación de purgadores automáticos. Por tanto, usaremos purgadores manuales en la instalación

#### 9.1.7 VÁLVULAS

Una válvula se puede definir como un aparato mecánico con el cual se puede iniciar, detener o regular la circulación de líquidos o gases mediante una pieza móvil que abre, cierra u obstruye en forma parcial uno o más orificios o conductos.

Las válvulas son dispositivos que se emplean para controlar o impedir la circulación del fluido por una tubería. Como todos los elementos de los circuitos hidráulicos, las válvulas deben resistir las condiciones de máxima temperatura y presión a las que se vayan a ver sometidas.

Asimismo, las situadas en el circuito primario deben ser compatibles con la mezcla de agua y anticongelante que circula por él.

El DB HE del CTE[4], establece que las válvulas de seguridad deben ser capaces de derivar la potencia máxima del captador o grupo de captadores, incluso en forma de vapor, de manera que en ningún caso sobrepase la máxima presión de trabajo del captador o del sistema.

La presión de la válvula de seguridad debe ser menor a la presión máxima del elemento más débil de la instalación.

#### 9.1.8 INTERCAMBIADORES DE CALOR

Un intercambiador de calor es un sistema encargado de transferir la energía térmica entre fluidos que se mantienen separados entre sí. En las instalaciones solares térmicas es el componente que transfiere el calor del fluido caloportador del circuito primario al agua del circuito secundario que comunica con el acumulador de inercia.

El CTE[4] establece que la potencia mínima del intercambiador de calor debe cumplir la siguiente relación:

$$P_{\min} \geq 500 A$$

Siendo:

$P_{\min}$  = Potencia mínima del intercambiador de calor (W)

A = Área de los captadores (m2)

Por tanto, la potencia mínima requerida en nuestro intercambiador para una instalación de 22 colectores solares será:

Intercambiador exterior de placas

Potencia mínima del Intercambiador (W) según el CTE  $P > 500 A$

Potencia mínima del intercambiador

27.610

W

Instalado

30.000

Para el caso que nos ocupa, elegimos un intercambiador de calor que suministra el fabricante INDELCASA, con las siguientes características:

CARACTERÍSTICAS	
Superficie de intercambio por placa	0,032m2
Conexiones roscadas	1 1/4" Acero Inox
Número de placas	100
Ancho de placas	450mm
Espesor de placas	0,5mm
Bastidores	Acero al carbono
fluido en intercambiador de calor	12l

*Tabla53 Características intercambiador de placas*

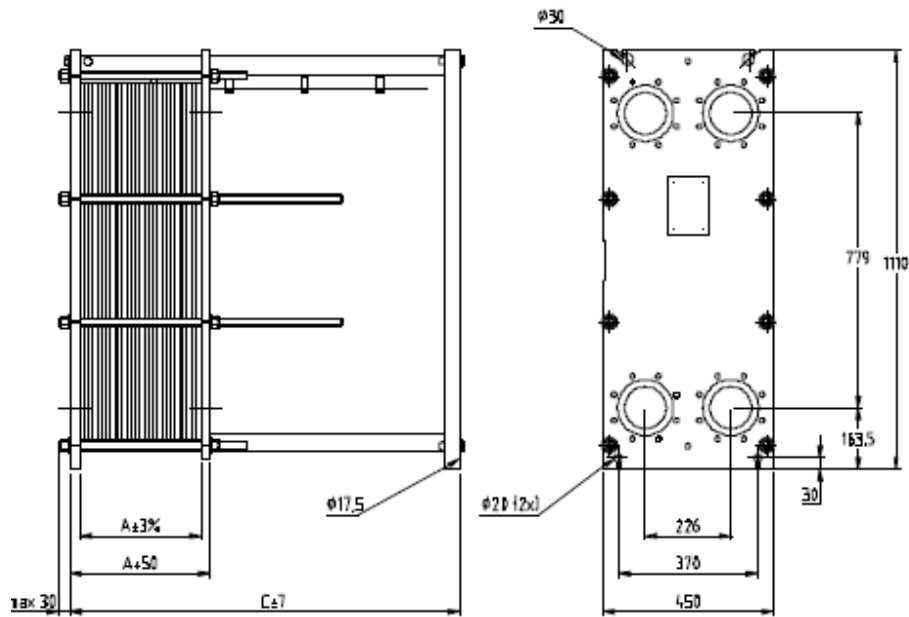


Figura32 Intercambiador de placas

$$A_{placa} = L \cdot w_p = 1,11 \cdot 0,45 = 0,5m^2$$

$$A_{canal} = b \cdot w_p = 0,0005 \cdot 0,45 = 0,00022m^2$$

Siendo:

L = 1,11m, altura de la placa

W<sub>p</sub> =0,450 m, ancho de la placa.

b=0,0005m, distancia entre placas

#### 9.1.8.1 PÉRDIDAS DE CARGA EN EL INTERCAMBIADOR DE CALOR

En un intercambiador de calor de placas, la pérdida de carga viene definida por la expresión:

$$\Delta P = 4f \frac{L}{lc} \frac{\rho v_{canal}^2}{2}$$

Siendo:

$f$  = factor de fricción que obtenemos de la siguiente relación:

$$f = C Re^M$$

Los valores C y M son constantes y dependen del número de Reynolds:

Re	C	M
Re<10	17	-1
10<Re<101	6,29	-0,57
101<Re<855	1,141	-0,2
Re>855	0,581	-0,1

Tabla54 Parámetros C y M

Como el Re =885 tenemos:

$$f = C Re^M = 0,581 \cdot 70823,07^{-0,1} = 0,19$$

Necesitaremos conocer los siguientes datos:

-

$$m_{canal} = \frac{2m}{n+1} = \frac{2 \cdot 0,77}{100+1} = 0,01 kg / s$$

$$m = Q \cdot \rho = 276 l / h \cdot 1,01 kg / l = 0,77 Kg / s$$

Siendo:

$n$  = el numero de placas

$m$  =gasto másico

$$v_{canal} = m_{canal} / \rho \cdot A_{canal} = 0,013 / 1010 \cdot 0,00022 = 0,045 m / s$$

Luego la pérdida de carga en el intercambiador de calor será:

$$\Delta P = 4f \frac{L}{l_c} \frac{\rho v_{canal}^2}{2} = 4 \cdot 0,19 \cdot \frac{51,94}{0,001} \frac{1010 \cdot 0,045^2}{2} = 15294,5 Pa = 1,5 m.c.a$$

$$l_c = 2b = 2 \cdot 0,0005 = 0,001$$

#### 9.1.9 BOMBAS

La bomba de circulación del circuito de colectores es otra parte más de toda instalación solar térmica dedicada al calentamiento de agua para uso doméstico o industrial. La bomba es el componente de la instalación cuya misión fundamental es compensar la pérdida de presión hidrostática dando el impulso necesario para producir la circulación del fluido caloportador en el circuito.

Gobernada por el sistema de control, y arrancando y parando respecto a unas temperaturas.

Es un aliado del sistema de control para moverse exclusivamente cuando se aporte calor al depósito de acumulación o cuando sea necesario refrigerar o calentar los colectores.

Las bombas utilizadas en sistemas de energía solar térmica son de tipo centrífugo, deben vencer la resistencia que opone el fluido a su paso por la tubería, y mantener la presión deseada en cualquier punto de la instalación, sin embargo no debe considerarse la presión hidrostática porque la columna de agua ejerce una fuerza tanto en el sentido de impulsión como en el de aspiración, anulándose por tanto sus efectos.

Debido a la larga longitud del circuito, las pérdidas de carga serán importantes y hay que calcularlas para la correcta elección de las bombas. El colector solar se encuentra en el tejado del edificio, mientras que el intercambiador de calor, los tanques de acumulación y la caldera se encuentra en el ático del edificio, sin estar a la intemperie. La altura de una planta es de 3 metros aproximadamente, mientras que la longitud de las tuberías, tanto de subida como de bajada (que unen el intercambiador de calor con el colector solar) tienen una longitud de 51,94 metros.

La mayor pérdida se tendrá en este circuito, ya que es donde se tiene que vencer la diferencia de altura para impulsar el fluido desde el ático hasta el tejado del edificio; de este modo nos centraremos en realizar los cálculos referentes a las pérdidas de carga en el circuito.

#### 9.1.9.1 POTENCIA CIRCUITO PRIMARIO, SECUNDARIO Y RETORNO

$$W_p = \frac{mH}{\rho\eta}$$

Siendo:

$W_p$  = potencia de la bomba; (W)

$H$  =Variación de presión en los diferentes elementos del circuito; (Pa)

$m$  = gasto másico que circula por los colectores (kg/s)

$\rho$  =Densidad del fluido caloportador; (kg/m<sup>3</sup>)

$\eta$  =Rendimiento de conversión de energía eléctrica en energía de flujo.

La altura manométrica  $H$  en el punto de trabajo debe compensar la pérdida de carga del circuito, determinada fundamentalmente por:

- - Pérdida de carga en el tramo más desfavorable de la tubería
- - Pérdida de carga producida por el intercambiador de calor
- - Pérdida de carga de los captadores solares

$$H = pdc_{tuberias} + pdc_{intercambiador} + pdc_{captadores} = 1,01 + 1,5 + 0,72 = 3,23 m.c.a = 31575,47 Pa$$

A continuación hay que determinar la potencia del motor eléctrico de accionamiento, que se calcula mediante la ecuación que se muestra a continuación:

$$W_p = \frac{mH}{\rho\eta} = \frac{0,77 \bullet 31575,47}{1010 \bullet 0,5} = 48,14 W$$

El rendimiento real de la bomba depende del tipo y de su tamaño. Para tamaños pequeños como los utilizados en las instalaciones solares, su valor es del orden de 0,5.

Conocidos los valores de  $Q$  que es 2761 l/h y de  $H$  que es 48,14W se selecciona una bomba cuya curva característica esté por encima del punto de funcionamiento de diseño.

Optamos para nuestra instalación por una bomba WILO STAR ST 25/7 con carcasa de fundición gris con protección de cataforesis, rodete de polipropileno reforzado con fibra de vidrio y eje de acero inoxidable con cojinetes de grafito.



*Figura33 Bomba*

## **10. ESTUDIO MEDIOAMBIENTAL**

### **10.1 ASPECTOS MEDIOAMBIENTALES**

El uso de energías renovables no es únicamente una fuente de ahorro económico sino principalmente una fuente de ahorro en emisiones y contaminación. Dada la situación mundial actual, en el que las políticas gubernamentales han reparado en los daños que se han venido ocasionando al planeta y los cambios climáticos que ello ha conllevado, es necesario orientar los hábitos de vida a un consumo más eficiente y sobretodo menos dañino.

Ya sabemos el ahorro económico que supone el uso de este tipo de instalaciones, pero hay que reseñar también que el recorte de las emisiones de CO<sub>2</sub> y de todos los aspectos contaminantes (residuos, contaminación de suelos, visual y acústica) que conlleva el uso de las energías tradicionales supone también un ahorro en los costes que suponen para cada industria y Estado en general.

¶ Habría que considerar, no obstante, la contaminación que se produce en la fabricación de todos los componentes, especialmente en la gestión y manipulación de metales pesados y fluidos como el anticongelante, aunque en este campo debe ser la normativa medioambiental la que actúe como control.



Otro aspecto ligado directamente a la instalación en el edificio sería el impacto visual que supone, por lo que habrá que cuidar y buscar las mejores condiciones a la hora de instalar los colectores en los edificios.

Pero es la reducción de CO<sub>2</sub> lo que realmente sustenta este tipo de tecnologías y lo que las hace realmente rentables desde un punto de vista medioambiental. Consiguiendo un consumo de las energías tradicionales más tolerante con la atmósfera y el entorno en general, desde un punto de vista individual, puerta por puerta en cada edificio, se contribuiría a apoyar todas las medidas que las administraciones toman actualmente.

La principal consecuencia de la implantación de energías renovables es la reducción de los efectos que supone sobre la atmósfera, como el ya famoso efecto invernadero. El efecto invernadero es el fenómeno por el cual determinados gases, que son componentes de una atmósfera planetaria, retienen parte de la energía que el suelo emite por haber sido calentado por la radiación solar. Afecta a todos los cuerpos planetarios dotados de atmósfera.

De acuerdo con el actual consenso científico, el efecto invernadero se está viendo acentuado en la Tierra por el aumento en la concentración de los llamados gases invernadero: vapor de agua (H<sub>2</sub>O), dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), metano (CH<sub>4</sub>), óxidos de nitrógeno (NO<sub>x</sub>), clorofluorcarbonados (CFCI<sub>3</sub>) y el ozono de la troposfera. La radiación solar pasa a través de ellos, pero atrapan y conservan el calor de la radiación infrarroja reflejada por la superficie del suelo, aumentando así la temperatura de la atmósfera. El CO<sub>2</sub> causa alrededor del 30 % del efecto.

Este fenómeno evita que la energía solar recibida constantemente por la Tierra vuelva inmediatamente al espacio, produciéndose a escala planetaria un efecto similar al observado en un "efecto invernadero".

## **10.2 AHORRO DE COMBUSTIBLE**

La instalación solar permitirá una disminución del gasto de combustible de la caldera. El combustible empleado en nuestra vivienda para calentar el agua de consumo es Gas Natural.

Para calcular este ahorro de combustible utilizaremos la siguiente expresión:

$$Q = V \cdot PCI \cdot \eta_{caldera}$$

Siendo:

Q= Energía cubierta por los colectores solares (MJ)

V = Volumen de combustible necesario para producir toda esa energía (m<sup>3</sup>)

PCI = Poder calorífico inferior del combustible que se emplea en la instalación. En el caso de Gas Natural es de 11,08Kwh/Nm<sup>3</sup>, (según el anexo A de la norma UNE 123-001-94).

$\eta$ =Rendimiento de la caldera que lo podemos considerar un 93%.

De la ecuación anterior la única variable desconocida es la del gasto de combustible, por tanto no tendremos ningún inconveniente para calcularlo:

$$V(m^3) = Q / PCI \cdot \eta_{caldera}$$

Mes	DE <sub>mes</sub>	f <sub>mes</sub>	EU <sub>mes</sub>	Ahorro combustible
	kWh		KWh	m3
Enero	6578,95	0,334	2200,61	184,57
Febrero	5832,24	0,523	3048,28	255,67
Marzo	6213,46	0,618	3839,40	322,02
Abril	5777,22	0,764	4415,48	370,34
Mayo	5847,96	0,796	4656,28	390,54
Junio	5541,41	0,875	4846,94	406,53
Julio	5604,29	0,986	5527,02	463,57
Agosto	5726,13	0,961	5504,89	461,71
Septiembre	5659,32	0,826	4674,40	392,06
Octubre	5969,79	0,641	3827,07	320,99
Noviembre	6013,02	0,437	2627,92	220,41
Diciembre	6578,95	0,312	2052,13	172,12
<b>Total anual</b>	<b>71342,74</b>		<b>47220,41</b>	<b>3960,58</b>

*Tabla55 Ahorro de combustible*

Como vemos en la tabla, obtenemos un total de 3960,58m<sup>3</sup> de Gas Natural ahorrados en un año gracias al aprovechamiento de la energía solar para el calentamiento de agua que se consume en el edificio.

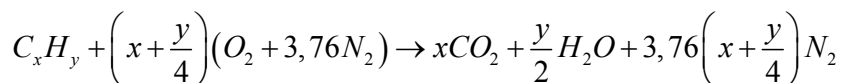
### 10.3 EMISIONES DE CO<sub>2</sub> EVITADAS

Con el aprovechamiento de la energía solar vamos a dejar de emitir gran cantidad de CO<sub>2</sub> a la atmósfera, con lo que vamos a reducir en gran parte el efecto invernadero. Para poder saber cuánta cantidad vamos a dejar de emitir tendremos que saber primeramente cuál es la composición del Gas Natural, siendo ésta según el catálogo de Gas Natural la siguiente:

Hidrocarburo	Composición Química	%
Metano	CH <sub>4</sub>	91,4
Etano	C <sub>2</sub> H <sub>6</sub>	7,2
Propano	C <sub>3</sub> H <sub>8</sub>	0,8
Nitrógeno	N <sub>2</sub>	0,6

*Tabla56 Composición del gas natural*

A continuación se considerará que la combustión del Gas Natural con aire es una reacción estequiométrica, es decir, en la que la cantidad de aire es la necesaria para quemar completamente el combustible y los únicos productos que se forman son CO<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>O y N<sub>2</sub>.



En esta reacción x e y están expresados en moles.

Como la composición de Gas Natural está expresada en % de volumen, necesitamos pasarla a moles, aplicando la fórmula de la ecuación de estado de los gases ideales:

$$P \cdot V = n \cdot R \cdot T$$

Siendo:

P=Presión. En c.n. 101325 Pa (1atm)

V= Volumen total del gas (suponemos 1m<sup>3</sup>)

n= Número de moles

R= Constante de los gases ideales R= 8,314 J/mol K

T= Temperatura en K. En c.n. igual a 298 K (25 °C)

Con estos datos, despejando el número de moles obtenemos:

$$n = 40,89 \text{ mol}$$

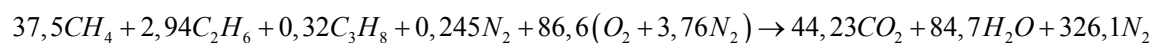
Una vez conocido el número de moles totales de 1 m<sup>3</sup> de gas, tendremos que multiplicar este valor por los correspondientes tantos por ciento de los componentes

del Gas Natural, ya que la producción en volumen es la misma que en moles, así obtenemos:

Hidrocarburo	Composición Química	Moles
Metano	CH <sub>4</sub>	37,37
Etano	C <sub>2</sub> H <sub>6</sub>	2,94
Propano	C <sub>3</sub> H <sub>8</sub>	0,32
Nitrógeno	N <sub>2</sub>	0,245

*Tabla57 Moles en la composición del gas natural*

Haciendo equilibrio de Carbonos, Hidrógenos, Oxígenos y Nitrógenos obtenemos:



Por lo tanto tenemos 44,23 moles de CO<sub>2</sub> por m<sup>3</sup> de Gas Natural.

Ahora para conocer la masa correspondiente a estos moles, utilizamos la siguiente expresión:

$$n = m / Pm$$

Siendo:

n= Número de moles.

m= Masa (gramos)

Pm= Peso molecular del CO<sub>2</sub> (gramos) = 44 g

Y por tanto obtenemos que la masa de CO<sub>2</sub> es igual a 1,946 Kg.

Una vez conocido este valor, estaremos en disposición para calcular las emisiones de CO<sub>2</sub> evitadas. Para ello tendremos que multiplicar el volumen de CO<sub>2</sub> ahorrado, que ha sido calculado anteriormente, por la masa que acabamos de obtener

Mes	Ahorro combustible	Emisiones evitadas
	m3	kg
Enero	184,57	359,18
Febrero	255,67	497,53
Marzo	322,02	626,66
Abril	370,34	720,69
Mayo	390,54	759,99
Junio	406,53	791,11
Julio	463,57	902,11
Agosto	461,71	898,50
Septiembre	392,06	762,95
Octubre	320,99	624,65
Noviembre	220,41	428,92
Diciembre	172,12	334,94
<b>Total anual</b>	<b>3960,58</b>	<b>7707,30</b>

*Tabla58 Emisiones de CO<sub>2</sub> evitadas*

La cantidad de CO<sub>2</sub> que dejamos de emitir al año con este tipo de instalación térmica solar es de 7707,3 Kg, es decir, una cantidad más que considerable para replantearse el adquirir este tipo de instalaciones, que como sabemos son muchas las ventajas que tienen para el medio ambiente.



Universidad  
Carlos III de Madrid

PROYECTO DE  
INSTALACIÓN DE FONTANERÍA EN EDIFICIO DE  
42 VIVIENDAS CON GARAJE/APARCAMIENTOS

Calle Vetusta, nº 21 (Alcorcón)

M A D R I D

PLIEGO DE CONDICIONES

## **ÍNDICE**

### **PLIEGO DE CONDICIONES A.F Y A.C.S ..... ¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.**

#### **1. PRESCRIPCIONES GENERALES..... ¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.**

- 1.1. NORMATIVA DE APLICACIÓN ..... ¡Error! Marcador no definido.**
- 1.2. EJECUCIÓN DE LAS INSTALACIONES ..... ¡Error! Marcador no definido.**
- 1.3. COMPETENCIA DEL PERSONAL DEL PLAN DE EJECUCIÓN**
- 1.4. OBLIGACIONES DEL INSTALADOR ..... ¡Error! Marcador no definido.**
- 1.5. UNIDADES DE OBRA NO TRADICIONALES ..... ¡Error! Marcador no definido.**

#### **2. CONDICIONES GENERALES DE LOS COMPONENTES DE LA INSTALACIÓN..17**

- 2.1. CONTROL DE LOS MATERIALES Y EQUIPOS .... ¡Error! Marcador no definido.**
- 2.2. CONTADORES ..... ¡Error! Marcador no definido.**
- 2.3. RED DE TUBERIAS.....20**
  - 2.3.1. TUBERÍAS DE POLIPROPILENO ..... 27
- 2.4. LLAVES,VÁLVULAS Y DISPOSITIVOS.....21**
  - 2.4.1. LLAVES DE COMPUERTA..... 27
  - 2.4.2. LLAVES DE ASIENTO ..... 27
  - 2.4.3. GRIFOS DE COMPROBACIÓN ..... 27
  - 2.4.4. VÁLVULAS DE RETENCIÓN ..... 27
  - 2.4.5. VÁLVULAS REDUCTORAS DE PRESIÓN ..... 27
  - 2.4.6. VÁLVULAS DE FLOTADOR ..... 27
  - 2.4.7. VÁLVULAS PILOTADAS..... 27
  - 2.4.8. DISPOSITIVOS DE PURGA ..... 27
  - 2.4.9. COMPENSADORES DE DILATACIÓN ..... 27
- 2.5. AISLAMIENTOS .....22**
- 2.6. ACCESORIOS DE FIJACIÓN Y SOPORTE.....24**
  - 2.6.1. GRAPAS Y ABRAZADERAS ..... 27
  - 2.6.2. SOPORTES ..... 27
- 2.7. BANCADAS .....25**
- 2.8. GRIFERÍAS .....25**
- 2.9. APARATOS SANITARIOS.....25**
  - 2.9.1. LAVABOS Y LAVAMANOS..... 27
  - 2.9.2. BIDÉS..... 27

2.9.3. DUCHAS .....	27
2.9.4. INODOROS.....	27
2.9.5. VERTEDEROS.....	27
<b>2.10. BOTE SIFÓNICO .....</b>	<b>25</b>
<b>2.11. FILTROS DE AGUA.....</b>	<b>25</b>
<b>2.12. CALENTADORES-ACUMULADORES.....</b>	<b>25</b>
<b>3. CONDICIONES GENERALES DE LA EJECUCIÓN .....</b>	<b>17</b>
<b>3.1. INSTALACIÓN DEL CONTADOR GENERAL.....</b>	<b>25</b>
3.1.1. ALOJAMIENTO .....	27
<b>3.2. MONTAJE DE LOS SISTEMAS DE CONTROL DE LA PRESIÓN .....</b>	<b>25</b>
3.2.1. MONTAJE DEL GRUPO DE SOBREELEVACIÓN .....	27
3.2.2. MONTAJE DEL REDUCTOR DE PRESIÓN .....	27
<b>3.3. MONTAJE DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN DE TUBERÍAS .....</b>	<b>25</b>
3.3.1. TUBERÍAS OCULTAS O EMPOTRADAS .....	27
3.3.2. TUBERÍAS VISTAS.....	27
3.3.3. TUBERÍAS ENTERRADAS.....	27
3.3.4. DISTANCIAS,CRUCES Y ENCIENTROS.....	27
3.3.5. UNIONES DE TUBOS Y DERIVACIONES.....	27
<b>3.4. RECIBIDO DE LOS APARATOS SANITARIOS .....</b>	<b>25</b>
<b>3.5. INSTALACIÓN DE LA GRIFERÍA.....</b>	<b>25</b>
<b>3.6. RAMALES DE LOS APARATOS.....</b>	<b>25</b>
<b>3.7. DISTRIBUCIÓN DE A.C.S.....</b>	<b>25</b>
3.7.1. REDES DE IMPULSIÓN DE AGUA.....	27
3.7.2. DILATACIÓN EN REDES DE A.C.S.....	27
3.7.3. AISLAMIENTO DE REDES DE A.C.S .....	27
3.7.4. REGULACIÓN Y CONTROL .....	27

## **PLIEGO DE CONDICIONES INSTALACIÓN SOLAR TÉRMICA**

<b>1. CONDICIONES GENERALES DE LOS COMPONENTES DE LA INSTALACIÓN ..</b>	<b>17</b>
<b>1.1. SISTEMA CAPTADOR .....</b>	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
<b>1.3. SISTEMA ACUMULACIÓN .....</b>	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
<b>1.4. SISTEMA DE INTERCAMBIO .....</b>	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
<b>1.5. CIRCUITO HIDRÁULICO .....</b>	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>



1.6. TUBERÍAS .....	¡Error! Marcador no definido.
1.7. BOMBAS.....	¡Error! Marcador no definido.
1.8. VASOS DE EXPANSIÓN.....	¡Error! Marcador no definido.
1.9. VÁLVULAS .....	¡Error! Marcador no definido.
1.10. SISTEMA DE DRENAJE .....	¡Error! Marcador no definido.
1.11 MATERIAL AISLANTE.....	¡Error! Marcador no definido.
<b>2. CONDICIONES GENERALES DE LA EJECUCIÓN .....</b>	<b>17</b>
2.1. SISTEMA CAPTADOR .....	¡Error! Marcador no definido.
2.1.1. CONEXIONADO .....	27
2.1.2. ESTRUCTURA SOPORTE .....	27
2.2. SISTEMA ACUMULACIÓN SOLAR .....	¡Error! Marcador no definido.
2.3. SISTEMA INTERCAMBIO .....	¡Error! Marcador no definido.
3.7.1. AISLAMIENTO .....	27
2.4. CIRCUITO HIDRÁULICO .....	¡Error! Marcador no definido.
2.5. TUBERÍAS .....	¡Error! Marcador no definido.
2.6. BOMBAS.....	¡Error! Marcador no definido.
2.7. VASOS DE EXPANSIÓN.....	¡Error! Marcador no definido.
2.8. PURGADORES DE AIRE .....	¡Error! Marcador no definido.
<b>PRUEBAS Y ENSAYOS DE LAS INSTALACIONES .....</b>	<b>17</b>
<b>1. INSTALACIONES INTERIORES DE A.F.....</b>	<b>¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.</b>
<b>2. INSTALACIONES INTERIORES DE A.C.S....</b>	<b>¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.</b>
<b>3. HOMOLOGACIÓN .....</b>	<b>¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.</b>

## **PLIEGO CONDICIONES DE INSTALACIÓN DE A.F Y A.C.S**

### **1.-PRESCRIPCIONES GENERALES**

El pliego de condiciones técnicas generales comprende el conjunto de características que han de cumplir los materiales empleados en las instalaciones, así como las técnicas de su colocación en obra.

#### **1.1 NORMATIVA DE APLICACIÓN**

De acuerdo con las disposiciones vigentes las instalaciones proyectadas se atenderán a la normativa oficial.

#### **1.2 EJECUCIÓN DE LAS INSTALACIONES**

Las instalaciones deberán ser ejecutadas por entidades o instaladores autorizados con el título facultativo correspondiente.

#### **1.3 COMPETENCIA DEL PERSONAL DEL PLAN DE EJECUCIÓN**

La ejecución de las instalaciones será confiada a personas cuyos conocimientos técnicos y prácticos les permitan realizar el trabajo correctamente, en el sentido que preside la redacción del presente pliego.

#### **1.4 OBLIGACIONES DEL INSTALADOR**

Todo instalador queda sometido al cumplimiento de las prescripciones técnicas contenidas en este Pliego, en tanto en el particular de cada obra no se haya previsto ninguna especial que invalide o sustituya.

#### **1.5 UNIDADES DE OBRA NO TRADICIONALES**

Todas la unidades de obra, que se caractericen por algún nuevo sistema o método técnico para su ejecución o empleen nuevos materiales no previstos en el Pliego de Condiciones, se ejecutarán con arreglo a las instrucciones que para cada caso

disponga el Director de la Obra y en cualquier caso se cumplirán las condiciones de utilización prescritas por los fabricantes del material o sistema.

## **2.-CONDICIONES GENERALES DE LOS COMPONENTES DE LA INSTALACIÓN**

### **2.1 CONTROL DE LOS MATERIALES Y EQUIPOS. GENERALIDADES**

Los materiales y equipos deberán cumplir las condiciones funcionales y de calidad fijadas por las normas y disposiciones vigentes relativas a la fabricación y control natural.

Cuando el material tenga Certificado de Origen Industrial que acredite el cumplimiento de dichas condiciones, normas y disposiciones, su recepción se realizará comprobando únicamente sus características geométricas aparentes.

### **2.2 CONTADORES**

Serán del tipo indicado por la Cía Suministradora y vendrán verificados oficialmente y timbrados por la Consejería de Industria correspondiente.

Su conexión será roscada y se montará sobre racores para facilitar su desmontaje.

### **2.3 RED DE TUBERÍAS**

#### **2.3.1 TUBERÍAS DE POLIPROPILENO**

Los tubos, piezas especiales y demás accesorios, deberán poseer las cualidades que requieran las condiciones de servicio de la obra previstas en el Proyecto, tanto en el momento de la ejecución de las obras como a lo largo de toda la vida útil para la que han sido proyectadas.

Como se trata de tubos destinados a conducción de agua potable no contendrán sustancias que pudieran ocasionar el incumplimiento de la "Reglamentación técnica sanitaria para el abastecimiento y control de calidad de las aguas potables de consumo público", R.D. 1423/1982 de 18 de junio.

Los tubos vendrán marcados exteriormente, de manera visible e indeleble con los datos exigidos en este Pliego y con los complementarios que juzgue oportuno el fabricante. Como mínimo se marcarán los siguientes datos:

- Marca del fabricante.
- Diámetro nominal.
- Presión nominal.
- Año de fabricación, y número que permita identificar, en el registro del fabricante, los controles a que ha sido sometido el lote a que pertenece el tubo.

Los materiales empleados en su fabricación tendrán un material básico y aditivo. El material básico a utilizar en la fabricación del polipropileno habrá sido poliolefinas, es decir, resinas sintéticas termoplásticas técnicamente puras, con menos del 1 % de sustancias extrañas.

Los aditivos habrán sido:

- Indispensables para su fabricación: lubricantes, plastificantes, etc.
- Estabilizadores del producto acabado.
- Pigmentos.
- Aditivos auxiliares.

El material empleado en la fabricación de piezas especiales tales como codos, bifurcaciones, cambios de sección, manguitos, etc., será el mismo que el de los tubos de calidad superior.

El diámetro nominal se ajustará a los siguientes valores expresados en milímetros:  
16 20 25 32 40 50 63 75 90 110 125 160 200 250 315 400 500 630 800

No se admitirán tolerancias en menos en el diámetro exterior respecto del DN.

La tolerancia en la longitud nominal, declarada por el fabricante, será como máximo de  $\pm 10$  mm, cuando la longitud se mida a  $23 \pm 2$  °C.

El espesor de pared de los tubos será definido por el fabricante.

El diseño y condiciones de funcionamiento de las juntas y uniones deberá ser justificado por medio de ensayos realizados en un laboratorio oficial.

El contratista está obligado a presentar planos y detalles de las juntas que vaya a realizar de acuerdo con las prescripciones, así como las características de los materiales, elementos que las forman y descripción de su montaje y ejecución.

La D.F., previas las pruebas y ensayos que juzgue oportunos, podrá comprobar en todo momento la correspondencia entre el suministro y montaje y la proposición aceptada.

En la elección del tipo de junta se deberá tener en cuenta: las solicitaciones a que ha de estar sometida; la rigidez del apoyo de la tubería; la agresividad del terreno y del agua y de otros agentes que puedan alterar los materiales que forman la junta y el grado de estanquidad requerido.

Las juntas han de ser diseñadas para cumplir las siguientes condiciones:

- Resistir los esfuerzos mecánicos sin debilitar la resistencia de los tubos.
- No producir alteraciones apreciables en el régimen hidráulico de la tubería.
- Durabilidad de los elementos que la componen ante las acciones agresivas externas e internas.
- Estanqueidad de la unión a la presión de prueba de los tubos.
- Estanqueidad de la unión contra eventuales infiltraciones desde el exterior hacia el interior de la tubería.

Las uniones rígidas pueden realizarse por soldadura, por encolado con adhesivo, o con bridas. En tubos de pequeño diámetro se pueden emplear las juntas roscadas con accesorios de plástico duro inyectado o metálicos.

Las juntas pueden realizarse con manguitos del mismo material que el tubo, por enchufe de espiga y copa cuando los tubos estén provistos de embocadura o por otros procedimientos que garanticen su estanqueidad y perfecto funcionamiento.

Las tolerancias sobre las dimensiones de los elementos que forman las juntas serán fijadas y garantizadas por el fabricante. Deberán figurar en los catálogos.

## **2.4 LLAVES, VÁLVULAS Y DISPOSITIVOS**

### **2.4.1 LLAVES DE ASIENTO**

Se instalarán en el sentido adecuado para la correcta circulación del agua sin que se produzcan pérdidas de carga superiores a los límites normativos.

Si se montan en la base de las montantes o ascendentes, serán siempre de paso recto, e igualmente lo serán en todas las situaciones posibles de la instalación, aunque podrían admitirse las de paso inclinado en determinadas circunstancias.

Las llaves de asiento de paso recto se podrán montar, en todo caso, únicamente si la presión es suficiente, de otra forma, se montarán llaves de asiento de paso inclinado.

### **2.4.2 GRIFOS DE COMPROBACIÓN**

Permitirán comprobar la medición de los contadores.

Estarán definidos por su PN y DN, así como la determinación de su forma de conexión.

Su espesor mínimo será de 2 mm y deberán ser estancos en vez y media la presión de servicio.

### **2.4.3 VÁLVULAS DE RETENCIÓN**

Permitirán el paso del agua en un sólo sentido, indicado convenientemente.

Estarán definidas por su PN y DN, así como la determinación de su forma de conexión.

Estarán construidas en cualquier material que sea compatible con la tubería en que se monten.

Serán del tipo adecuado a la posición de instalación, utilizándose preferentemente las de tipo membrana en la salida de las bombas, pudiendo ser de cualquiera de los otros tipos standard en el resto de situaciones de la instalación, según las necesidades específicas.

Irán siempre montadas detrás de una llave de cierre, en el sentido de circulación del agua.

Se admitirá el uso de válvulas combinadas de cierre y retención.

Estarán instaladas de manera siempre accesible y de forma que puedan desmontarse sin tener que proceder al vaciado del circuito correspondiente, para poder efectuar el mantenimiento adecuado.

En todo caso llevarán flecha indicadora de su posicionamiento según la dirección de circulación del agua.

#### 2.4.4 VÁLVULAS REDUCTORAS DE PRESIÓN

Se definirán por su PN y DN, así como por su forma de conexión.

Estará construido el cuerpo en bronce o latón, el muelle en acero inoxidable y la membrana será de caucho sintético elástico indeformable. Su espesor mínimo será de 2 mm.

Se instalarán siempre detrás del contador.

Serán accesibles y se montarán en cualquier caso con la caperuza de muelle en vertical de manera que puedan regularse de forma manual con facilidad.

El manómetro estará instalado de manera que resulte perfectamente visible para su lectura y comprobación.

Se montarán entre dos llaves de corte, con el fin de poder efectuar las sustituciones y/o reparaciones que fueran precisas.

Siempre que se instale una válvula reductora de presión, será necesario instalar una válvula de seguridad, tarada a la presión correspondiente.

#### 2.4.5 VÁLVULAS DE FLOTADOR

Actuarán cerrando el paso del agua cuando el nivel de la misma alcance una cota determinada. La actuación será progresiva y en función de la diferencia entre el nivel del agua real y el fijado.

Quedarán definidas por su PN y su DN, así como por su forma de conexión.

#### 2.4.6 VÁLVULAS PILOTADAS

Cierran automáticamente la entrada de agua cuando ésta alcanza el nivel requerido, abriéndose en el momento en que el agua desciende por debajo de dicho nivel.

Dispondrán de una sonda de nivel de mercurio, conectada mediante una manguera blindada de longitud adecuada a los niveles requeridos. La envolvente de la misma, será estanca, de plástico, aluminio u otro material ligero. En su interior llevarán poliestireno expandido u otro material de baja densidad, defendiendo la ampolla con mercurio.

El llenado del depósito partidior-acumulador se hará siempre con éste tipo de válvulas, a las que se les dotará de una válvula reductora de presión anterior a la misma.

#### 2.4.7 DISPOSITIVOS DE PURGA

Tienen como finalidad evitar sobre presiones en cualquier punto de la red.

Podrán ser manuales o automáticos, con un separador o cámara que reduzca la velocidad del agua facilitando la salida del aire y disminuyendo los efectos de posibles golpes de ariete.

Se definirá por su DN y la forma de conexión a la red. Deberán resultar estancos en vez y media la presión de trabajo.

#### 2.4.8 COMPENSADORES DE DILATACIÓN

Cuando la red de tuberías atraviere, en superficie o de forma empotrada, una junta de dilatación constructiva del edificio, se instalará un elemento o dispositivo dilatador, de forma que los posibles movimientos estructurales no le transmitan esfuerzos de tipo mecánico.

Estarán realizados en acero inoxidable y definidos por su PN, DN y forma de conexión.



Se instalarán exclusivamente dilatadores de tipo adecuado al material de la tubería a instalar, no permitiéndose, salvo aceptación de la D.F. y previa justificación, ningún otro tipo de compensador.

## **2.5 AISLAMIENTOS**

La temperatura del agua en los puntos de toma no sobrepasará los 25 °C a la salida del agua de estancamiento.

Básicamente se llevará a cabo lo dispuesto en la Norma UNE 100-030-94, respecto a la prevención del desarrollo de bacterias perjudiciales.

Los materiales a utilizar cumplirán la Norma UNE 100-171-89.

## **2.6 ACCESORIOS DE FIJACIÓN Y SOPORTE**

### **2.6.1 GRAPAS Y ABRAZADERAS**

El tipo de grapa o abrazadera será siempre de fácil montaje y desmontaje, así como aislante eléctrico.

Si son para tramos de tubería en que la velocidad del agua es igual o superior a 2 m/s, llevarán un elemento de tipo elástico de interposición entre la abrazadera y el tubo, cuando esta no sea en si misma de material elástico semirrígido.

### **2.6.2 SOPORTES**

Se cumplimentarán los mismos requisitos dados para las anteriores, de forma general.

La sujeción del tubo se hará siempre mediante abrazaderas galvanizadas, fuertemente apretadas mediante tornillos cadmiados, debiendo resultar el conjunto suficientemente capaz para soportar las tensiones que se transmitan a través de él. El diámetro de la varilla de suspensión, a las distancias adecuadas, será el siguiente:

- De 1/2" a 2" inclusive : 3/8"
- De 2 1/2" a 3" inclusive : 1/2"

- De 4" a 5" inclusive : 5/8"
- De 6" : 3/4"
- De 7" a 12" inclusive : 7/8"

En general, los soportes que no tengan que absorber tensiones axiales se suspenderán del techo mediante varilla galvanizada roscada en toda su longitud, dejando el suficiente margen para poder dar las pendientes o niveles correspondientes.

La unión de la varilla con el techo, se efectuará con tacos tipo Spit-Rock o similar, y al soporte, mediante dos tuercas galvanizadas y sus correspondientes arandelas. Se utilizarán soportes guía, de forma obligatoria anterior y posterior a los dilatadores, contruidos con perfil tipo "U" negro, al que se soldarán todos los elementos de sujeción. Una vez terminada la preparación del mismo y corregidas las eventuales deformaciones producidas por la soldadura, se procederá, antes de colocar los tubos, a protegerlo con una capa de pintura de minio y otra segunda de la pintura que se establezca como de acabado.

Cuando el soporte deba trabajar como punto fijo, la sujeción de cada extremo del soporte al techo, se realizará con dos perfiles en "U" formando entre sí ángulos de 90°, soldados al soporte y anclado al techo mediante rectángulos de palastro soldados al perfil y tacos Spit-Rock o similar.

Las secciones de varillas y perfiles dependerán del número y diámetro de los tubos. Se deberán calcular de manera que no se produzcan flechas mayores del tres por ciento de la longitud del soporte.

## **2.7 BANCADAS**

Podrán ser construidas de fábrica, hormigón o perfilería metálica, siempre que garanticen la suficiente masa e inercia.

El conjunto de equipos que se apoyen en ellas deberá quedar perfectamente equilibrado respecto del centro geométrico y de masas de la bancada y soportado por amortiguadores metálicos, resortes, de capacidad suficiente.

## **2.8 GRIFERÍA**

Bajo esta denominación genérica se engloban todos los elementos que actúan para suministrar agua en los puntos de consumo.

Se definirán por su DN y la presión de trabajo, así como la figura correspondiente del catálogo del fabricante.

Estarán contruidos en bronce o latón, cromados, y deberán garantizar los caudales que fijan las Normas Básicas en las debidas condiciones de montaje.

Las condiciones generales que ha de cumplir un grifo serán las siguientes:

- Que su cierre se mantenga a las condiciones de servicio, por lo que serán estancos a una presión de prueba de 15 atmósferas y para una presión de servicio de 4,5 a 5 atmósferas.
- Que la pérdida de carga que provoquen sea mínima.
- Que su cierre sea progresivo y eficaz, para evitar los golpes de ariete.
- Que el dispositivo elástico de cierre se reponga fácilmente y soporte las temperaturas del ACS.

## **2.9 APARATOS SANITARIOS**

Sus materiales de construcción garantizarán la suficiente resistencia, impermeabilidad, buen aspecto y acabado morfológico que fomente la higiene y limpieza de los mismos.

### **2.9.1 LAVABOS Y LAVAMANOS**

Deberán ser de una sola pieza, con cantos y ángulos redondeados, superficies interiores finas y con la suficiente inclinación para que las aguas se dirijan hacia el desagüe situado en su fondo. Contarán inexcusablemente con rebosadero y dispositivo de protección contra la entrada de objetos en la boca del citado desagüe. Su altura de colocación no sobrepasará los 85 centímetros, contados desde el nivel de suelo terminado hasta el borde superior del lavabo. La distancia mínima anterior al aparato debe ser de 45 centímetros para facilitar un uso correcto del mismo. Se definirán especificando si es de pedestal, mural o de encimera.

### 2.9.2 BIDÉS

La llegada del agua se efectuará exclusivamente por el borde interior acanalado, no permitiéndose el empleo de duchas perineales o rociadores en su fondo para impedir el retorno de aguas sucias.

Al igual que los lavabos, llevarán rebosadero y desagüe con protección, cumpliendo los mismos requisitos morfológicos que estos. En sus laterales y parte anterior dispondrán al menos de un espacio libre de 30 a 40 centímetros.

### 2.9.3 DUCHAS

El suelo del plato de ducha tendrá una adecuada terminación antideslizante.

Estará afectada igualmente por los volúmenes de protección y prohibición marcados en el R.E.B.T. para bañeras, conectándose también a una red equipotencial.

No es necesario el rebosadero, pero si la protección del desagüe.

Uno de sus lados ha de quedar preferiblemente libre para permitir la entrada y salida de la misma con suficiente holgura.

### 2.9.4 INODOROS

Morfológicamente estará diseñado de manera que las descargas de agua laven adecuadamente toda la superficie interna de la taza. La taza llevará un reborde acanalado por donde correrá el agua proveniente del sistema de descarga.

Cuando la descarga se haga mediante cisterna, cualquiera que sea el sistema de alimentación y cierre automático de entrada de agua, se le dotará de un grifo de parada situado en la tubería de alimentación antes del depósito.

Si el tipo de cisterna es un depósito elevado oculto en el falso techo, deberá contar con el correspondiente y adecuado registro para su mantenimiento.

Si la válvula de descarga se acciona mediante un pulsador con mecanismo eléctrico, se tendrán en cuenta las especificaciones reglamentarias respecto de éste último, disponiendo su conexión a una red equipotencial al igual que las bañeras.

Igualmente, cuando se disponga de un sistema de lavado automático y secado por aire caliente en el propio inodoro, de funcionamiento eléctrico, se conectará también a una red equipotencial y se dotarán de interruptor diferencial y protección de sobreintensidades.

#### 2.9.5 VERTEDEROS

Deberán llevar una rejilla de acero inoxidable abatible, sifón incorporado y válvula de salida de gran diámetro, pudiéndose limpiar con descargas similares a las de los inodoros. La grifería será independiente del aparato.

#### 2.10 BOTE SIFÓNICO

Será de PVC reforzado de bocas orientables y tapa con rejilla sumidero de acero inoxidable.

#### 2.11 FILTROS DE AGUA

Cuando las impurezas del agua en un circuito sean excesivas se dispondrá, en la forma que se especifique, fosas de decantación, tomas de tubería vertical para decantación a tipos especiales de filtros que se especificarán en cada caso.

#### 2.12 CALENTADORES – ACUMULADORES ELÉCTRICOS

Se colocará un reductor de presión en la tubería de entrada, cuando la misma sobrepase 5 bar.

Llevarán acoplados además los siguientes elementos:

- una válvula de retención;
- una válvula de seguridad;
- un vaciado con grifo de paso y desagüe conducido.

En cuanto a la instalación eléctrica cumplirán con lo especificado al respecto en el R.E.B.T.

Además del termostato de regulación de la temperatura, llevará incorporado un limitador de seguridad de la misma para evitar un calentamiento excesivo del agua por un eventual fallo de dicho termostato.

Igualmente, poseerán un interruptor bipotencia con desconexión automática.

Se instalarán de manera que la distancia entre éstos y el punto de consumo más alejado al que sirven, no supere diez metros de longitud de recorrido.

Irán convenientemente aislados y dispondrán de protección catódica.

### **3 CONDICIONES GENERALES DE LA EJECUCIÓN**

#### **3.1 INSTALACIÓN DEL CONTADOR GENERAL**

La instalación del contador general se realizará de forma que sea fácil su montaje y desmontaje, quede asegurada su lectura y garantizado el acceso y manipulación de todas sus llaves y dispositivos. Así mismo, contará con los elementos necesarios de fijación para mantener su rigidez de montaje y la no-alteración del mismo por esfuerzos mecánicos.

Contará al menos, con los siguientes elementos:

- llave de cierre (eventualmente dispositivo de cierre principal )
- eventualmente tramo de tubo como tramo de avance
- filtro
- contador
- grifo de comprobación o racor de conexión DN 15 en el que se pueda conectar un aparato de medición de presión u otros dispositivos
- tramo de montaje y desmontaje de longitud variable
- válvula antirretorno
- llave de cierre, a ser posible con válvula de descarga

Los puentes de compensación de potencial y eventualmente los de puesta a tierra han de disponerse de forma que no impidan los trabajos en la instalación.

Se preverá la instalación de conexión con la red telefónica ( según NP-PI-002 ) necesaria para la conexión del contador que venga dotado de sistema de envío de impulsos para su lectura a distancia.

### **3.2 MONTAJE DE LOS SISTEMAS DE CONTROL DE LA PRESIÓN**

#### **3.2.1 MONTAJE DEL GRUPO DE SOBRE ELEVACIÓN**

El depósito de almacenamiento será capaz de resistir las cargas previstas debidas al agua contenida más las debidas a la sobrepresión de la red si es el caso.

Estarán, en todos los casos, provistos de un rebosadero, considerando las disposiciones contra retorno del agua especificada en las Normas Básicas de Instalaciones Interiores de Suministro de Agua.

Se dispondrá, en la tubería de alimentación al depósito de válvulas pilotadas como dispositivos de cierre para evitar que el nivel de llenado del mismo supere el máximo previsto y no se baje del nivel mínimo de succión de las bombas. En el caso de existir exceso de presión habrá de interponerse, antes de dichas válvulas, una que limite dicha presión con el fin de no producir el deterioro de las anteriores.

La centralita de maniobra y control del equipo dispondrá de un hidronivel de protección para impedir el funcionamiento de las bombas con bajo nivel de agua.

Se dispondrá de los mecanismos necesarios que permitan la fácil evacuación del agua contenida en el depósito, para facilitar su mantenimiento y limpieza.

Las bombas se montarán sobre bancada de hormigón u otro tipo de material que garantice la suficiente masa e inercia al conjunto e impida la transmisión de ruidos y vibraciones al edificio. Entre la bomba y la bancada irán, además interpuestos elementos individuales antivibratorios adecuados al equipo a instalar, sirviendo estos de anclaje del mismo a la citada bancada.

A la salida de cada bomba se instalará un manguito elástico, con el fin de impedir la transmisión de vibraciones a la red de tuberías.

Ambos elementos, los soportes antivibratorios y los manguitos elásticos se regirán por lo dispuesto en la norma UNE 100-153-88.

Igualmente, y sólo en los grupos de tipo convencional, se instalará una válvula antirretorno, preferiblemente de tipo membrana, para amortiguar los posibles golpes de ariete.

Si el montaje de las bombas se hace de manera que una de ellas actúa de reserva, el funcionamiento será alternativo, haciendo que no esté parada la de reserva períodos superiores a la/s otra/s.

Se realizará siempre una adecuada nivelación.

El depósito de presión estará dotado de un presostato con manómetro, tarado a las presiones máxima y mínima de servicio, haciendo las veces de interruptor, comandando la centralita de maniobra y control de las bombas, de tal manera que estas sólo funcionen en el momento en que disminuya la presión en el interior del depósito hasta los límites establecidos, provocando el corte de corriente, y por tanto la parada de los equipos de bombeo, cuando se alcance la presión máxima del aire contenido en el depósito.

En equipos con varias bombas de funcionamiento en cascada, se instalarán tantos presostatos como bombas se desee hacer entrar en funcionamiento. Dichos presostatos, se tararán mediante un valor de presión diferencial para que las bombas entren en funcionamiento consecutivo para ahorrar energía.

Estarán homologados y su construcción atenderá en cualquier caso, al uso previsto. Dispondrán, en lugar visible, de una placa en la que figure la contraseña de homologación, las presiones máximas de trabajo y prueba, la fecha de timbrado, el espesor de la chapa y el volumen.

El timbre de presión máxima de trabajo del depósito superará, al menos, en 1 kg/cm<sup>2</sup>, a la presión máxima prevista a la instalación.

Dispondrá de una válvula de seguridad, situada en su parte superior, con una presión de apertura por encima de la presión nominal de trabajo e inferior o igual a la presión de timbrado del depósito.

Con objeto de evitar paradas y puestas en marcha demasiado frecuentes del equipo de bombeo, con el consiguiente gasto de energía, se dará un margen suficientemente amplio entre la presión máxima y la presión mínima en el interior del depósito, tal como figura en los puntos correspondientes a su cálculo.



### 3.2.2 EJECUCIÓN Y MONTAJE DEL REDUCTOR DE PRESIÓN

Se montará después de la instalación del contador de agua, con el fin de proporcionar un equilibrio de presión a las redes de agua fría y caliente.

Se instalarán libres de presiones y preferentemente con la caperuza de muelle dispuesta en vertical.

Delante y detrás del reductor se instalarán llaves de cierre que posibiliten su ajuste y mantenimiento.

Así mismo, se dispondrá de un racor de conexión para la instalación de un aparato de medición de presión. Para impedir reacciones sobre el reductor de presión deberá disponerse en su lado de salida como tramo de retardo con la misma medida nominal, un tramo de tubo de una longitud mínima de cinco veces el diámetro interior.

Si en el lado de salida se encuentran partes de la instalación que por un cierre incompleto del reductor serán sobrecargadas con una presión no admisible, hay que instalar una válvula de seguridad. La presión de salida del reductor en estos casos ha de ajustarse como mínimo un 20 % por debajo de la presión de reacción de la válvula de seguridad.

Si por razones de servicio se requiere un by-pass, éste se proveerá de un reductor de presión. Los reductores de presión se elegirán de acuerdo con sus correspondientes condiciones de servicio y se instalarán de manera que exista circulación por ambos.

## 3.3 MONTAJE DE LA RED DE DISTRIBUCION DE TUBERIAS

### 3.3.1 TUBERÍAS OCULTAS O EMPOTRADAS

Discurrirán por conductos de fábrica realizados al efecto o prefabricados, techos o suelos técnicos, muros cortina o tabiques dobles, y si esto no fuera posible, por rozas realizadas en paramentos de espesor adecuado, no estando permitido su empotramiento en tabiques de ladrillo hueco sencillo u otros de índole similar. No compartirán conductos con otras instalaciones salvo las de tipo hidráulico.

Dichos conductos estarán siempre ventilados y contarán con un adecuado sistema de vaciado

### 3.3.2 TUBERÍAS VISTAS

Su trazado se efectuará de modo especial en forma limpia y ordenada. Si estuvieran expuestas a cualquier tipo de deterioro por golpes o choques fortuitos, deberán protegerse adecuadamente.

Han de ser instaladas con la distancia suficiente a muros, techos y otras conducciones.

Se prestará especial atención a la instalación de soportes y fijaciones, conforme a los distintos materiales a utilizar y a las cargas producidas durante el funcionamiento para que estas puedan ser absorbidas con seguridad.

### 3.3.3. TUBERÍAS ENTERRADAS

La ejecución de redes enterradas atenderá preferentemente a la protección frente a fenómenos de corrosión, esfuerzos mecánicos y daños por la formación de hielo en su interior.

Las conducciones no deberán ser instaladas en contacto con el terreno, disponiendo siempre de un adecuado revestimiento de protección.

Si se verificase que aún con el revestimiento de protección podría producirse corrosión, se procederá a realizar una protección catódica, con ánodos de sacrificio y, si fuera el caso, con corriente impresa.

### 3.3.4 DISTANCIAS, CRUCES Y ENCUENTROS

Las distancias relativas con otras redes de instalaciones se mantendrán en cualquiera de las modalidades de trazado, y sus valores son:

El tendido de las tuberías se hará de modo que no queden afectadas por el área de influencia de los focos de calor y por consiguiente discurrirán siempre por

debajo de las canalizaciones de agua caliente ( A.C.S. y/o calefacción ) y a una distancia mínima de 4 cm.

Irán por debajo de cualquier canalización o elemento que contenga dispositivos eléctricos o electrónicos, así como de cualquier red de telecomunicaciones, guardando una distancia en paralelo de al menos 30 cm.

Con respecto a las instalaciones de gas se guardará al menos una distancia de 3 cm.

Estas distancias se conservarán en todo su recorrido, incluso en cruces y encuentros, y se medirán desde la superficie exterior final aunque lleve instalado algún elemento separador o aislante.

### 3.3.5 UNIONES DE TUBOS Y DERIVACIONES

En las uniones de tubos y en los cambios de dirección se cuidará que el trazado de la conducción favorezca la circulación, mediante los accesorios adecuados o una equivalente ejecución.

Las uniones de los tubos han de ser permanentemente herméticas bajo los efectos cambiantes que aparecen en el funcionamiento de la instalación.

Las uniones de tubos no serán necesariamente resistentes a la tracción. Si no lo son, los esfuerzos producidos en este sentido se podrán absorber con el adecuado establecimiento de puntos fijos y en tuberías enterradas con estribos o apoyos, suficientemente dimensionados, en curvas y derivaciones.

### 3.4 RECIBIDO DE APARATOS SANITARIOS

Los aparatos podrán fijarse mediante tornillos de material inoxidable o por anclaje embutido en el suelo, interponiendo arandelas de plomo, plástico o caucho entre éstos y el material cerámico.

Cuando vayan a quedar adosados a una pared, se recubrirá la línea de contacto con una junta estanca, o bien se dejará una separación mínima de 2 centímetros.

Cuando los aparatos hayan de colgarse podrán emplearse pernos empotrados, si la pared tiene una resistencia adecuada; en caso contrario convendrá emplear plantillas especiales que inmovilicen los aparatos, quedando embebidas en el tabique, y no recurrir a pernos o ménsulas.

### **3.5 INSTALACIÓN DE LA GRIFERÍA**

Respecto a la colocación de la grifería de los aparatos sanitarios, distinguiremos:

#### **1.- Grifos adosados al muro:**

Cuando la unión no vaya roscada directamente a la tubería, se soldará al extremo de la alimentación una pieza de latón y a esta se roscará el grifo; esta pieza de latón se empotra en el muro recibéndola con mortero de cemento; para una mejor presentación se colocará un escudo o rosetón sujeto al propio grifo por roscado a la pieza de latón.

#### **2.- Grifos instalados en los aparatos sanitarios:**

Para su colocación en el aparato se roscará el vástago a la pieza de latón unida a la tubería, si fuera de acero este ramalillo se empleará un racor de unión; es necesario colocar sendas arandelas a ambos lados del orificio del aparato, que harán presión mediante el grifo por la cara superior y con una tuerca en la parte inferior que es la que aprieta; la arandela superior deberá quedar visible pero tapada, ya sea por la parte inferior del grifo, ya por un disco o escudo; en ningún caso se permitirá el montaje por recibido del grifo con mortero de cemento en la cerámica del aparato.

### **3.6 RAMALES DE APARATOS**

Cuando el ramal es de acero, al grifo adosado al muro, se roscará directamente a él. Los grifos para los aparatos sanitarios se suministrarán con los accesorios necesarios para su colocación; la colocación del grifo en el aparato se hará en general roscando el extremo de la espiga del grifo al racor soldado a la tubería; se colocan arandelas de plomo a ambos lados del orificio presionando con el grifo por una parte y una tuerca que se aprieta por debajo.

Los ramalillos que alimentan los aparatos deben ser suficientemente flexibles para seguir los movimientos de los aparatos sanitarios. Se deberá cuidar la no existencia de inexactitudes en el montaje que den lugar a fugas por falta de ajuste de las arandelas.

### **3.7 DISTRIBUCIÓN DE A.C.S.**

#### **3.7.1 REDES DE IMPULSIÓN DE AGUA**

Cualquiera que sea la tipología de la instalación, discurrirán paralelas a las de agua fría, manteniendo con éstas las distancias especificadas.

En su trazado se preverán las distintas situaciones que se puedan procurar por esfuerzos debidos a las dilataciones.

#### **3.7.2 DILATACIÓN EN REDES DE A.C.S.**

Debido a la temperatura del agua, las canalizaciones están sometidas a movimientos de dilatación del material, por lo que deben tomarse las siguientes precauciones:

- En las distribuciones principales deben disponerse las tuberías y sus anclajes de modo que dilaten libremente con las disposiciones que se contemplan en el RITE para las redes de calefacción.
- En los tramos rectos de longitud considerable se deberá tener en cuenta la dilatación lineal del material, previendo dilatadores si fuera necesario, cumpliendo para cada tipo de tubo las distancias que se especifican igualmente en el citado RITE.

#### **3.7.3 AISLAMIENTO DE REDES DE A.C.S.**

Las redes de tuberías, tanto en impulsión como en retorno, se regirán de forma general por lo dispuesto en el R.I.T.E al respecto.

#### **3.7.4 REGULACIÓN Y CONTROL**

Las instalaciones de A.C.S. regularán y controlarán tanto la temperatura de preparación como la de distribución.

En las instalaciones individuales la regulación y el control de la temperatura estará incorporado a los equipos de producción y preparación. El control sobre la recirculación en sistemas individuales con producción directa será tal que se pueda recircular el agua sin consumo hasta que se alcance la temperatura adecuada al mismo.

## **PLIEGO CONDICIONES DE INSTALACIÓN DE ENERGÍA SOLAR**

### **1.- COMPONENTES DE LA INSTALACIÓN**

La recepción de los productos, equipos y sistemas se realizará conforme se desarrolla en la Parte II, Condiciones de recepción de productos. Este control comprende el control de la documentación de los suministros (incluida la correspondiente al marcado CE, cuando sea pertinente), el control mediante distintivos de calidad o evaluaciones técnicas de idoneidad y el control mediante ensayos.

#### **3.1 CAPTADORES SOLARES.**

Cumplirá lo especificado en los apartados 3.3.2.1 y 3.4.1 del CTE DB HE 4. Los captadores solares llevarán preferentemente un orificio de ventilación, de diámetro no inferior a 4 mm.

Si se usan captadores con absorbedores de aluminio, se usarán fluidos de trabajo con un tratamiento inhibidor de los iones de cobre y hierro.

#### **3.2 SISTEMA DE ACUMULACIÓN SOLAR**

Cumplirán lo especificado en el CTE DB HE 4, apartado 3.4.2. Los acumuladores pueden ser: de acero vitrificado (inferior a 1000 l), de acero con tratamiento epoxídico, de acero inoxidable, de cobre, etc. Cada acumulador vendrá equipado de fábrica de los necesarios manguitos de acoplamiento y bocas, soldados antes del tratamiento de protección. Preferentemente los acumuladores serán de configuración vertical.

El acumulador estará enteramente recubierto con material aislante, y es recomendable disponer una protección mecánica en chapa pintada al horno, PRFV, o lámina de material plástico. Todos los acumuladores irán equipados con la protección catódica establecida por el fabricante. El sistema deberá ser capaz de elevar la temperatura del acumulador a 60 °C y hasta 70 °C para prevenir la legionelosis. El aislamiento de acumuladores de superficie inferior a 2 m<sup>2</sup> tendrá un espesor mínimo de 3 cm, para volúmenes superiores el espesor mínimo será de 5 cm. La utilización de acumuladores de hormigón requerirá la presentación de un proyecto firmado por un técnico competente.

### **3.3 SISTEMA DE INTERCAMBIO**

Cumplirá lo especificado en el CTE DB HE 4, apartado 3.4.3. Los intercambiadores para agua caliente sanitaria serán de acero inoxidable o de cobre. El intercambiador podrá ser de tipo sumergido (de serpentín o de haz tubular) o de doble envolvente. Deberá soportar las temperaturas y presiones máximas de trabajo de la instalación. Los tubos de los intercambiadores de calor tipo serpentín sumergido tendrán diámetros interiores inferiores o iguales a una pulgada. El espesor del aislamiento del cambiador de calor será mayor o igual a 2 cm.

### **3.4 CIRCUITO HIDRÁULICO**

Constituido por tuberías, bombas, válvulas, etc., que se encarga de establecer el movimiento del fluido caliente hasta el sistema de acumulación. En cualquier caso los materiales cumplirán lo especificado en la norma ISO/TR 10217. Según el CTE DB HE 4, apartado 3.2.2.4, el circuito hidráulico cumplirá las condiciones de resistencia a presión establecidas.

### **3.5 TUBERÍAS**

Cumplirán lo especificado en el CTE DB HE 4, apartado 3.4.5. En sistemas directos se usará cobre o acero inoxidable en el circuito primario, admitiendo de material plástico acreditado apto para esta aplicación. El material de que se constituyan las señales será resistente a las condiciones ambientales y funcionales del entorno en que estén instaladas, y la superficie de la señal no favorecerá el

depósito de polvo sobre ella. En el circuito secundario (de agua caliente sanitaria) podrá usarse cobre, acero inoxidable y también materiales plásticos que soporten la temperatura máxima del circuito. Las tuberías de cobre serán de tubos estirados en frío y uniones por capilaridad. Para el calentamiento de piscinas se recomienda que las tuberías sean de PVC y de gran diámetro. En ningún caso el diámetro de las tuberías será inferior a DIN15. El diseño y los materiales deberán ser tales que no permitan la formación de obturaciones o depósitos de cal en sus circuitos.

### **3.6 BOMBA DE CIRCULACIÓN.**

Cumplirá lo especificado en el CTE DB HE 4, apartado 3.4.4I. Podrán ser en línea, de rotor seco o húmedo o de bancada. En circuitos de agua caliente sanitaria, los materiales serán resistentes a la corrosión.

Las bombas serán resistentes a las averías producidas por efecto de las incrustaciones calizas, resistentes a la presión máxima del circuito.

Purga de aire. Cumplirán lo especificado en el CTE DB HE 4, apartado 3.4.8. Son botellones de desaireación y purgador manual o automático. Los purgadores automáticos tendrán el cuerpo y tapa de fundición de hierro o latón, el mecanismo, flotador y asiento de acero inoxidable y el obturador de goma sintética. Asimismo resistirán la temperatura máxima de trabajo del circuito.

### **3.7 VASOS DE EXPANSIÓN.**

Cumplirán lo especificado en el CTE DB HE 4, apartado 3.4.7. Pueden ser abiertos o cerrados. El material y tratamiento del vaso será capaz de resistir la temperatura máxima de trabajo. Los vasos de expansión abiertos se construirán soldados o remachados en todas sus juntas, y reforzados. Tendrán una salida de rebosamiento. En caso de vasos de expansión cerrados, no se aislara térmicamente la tubería de conexión.



### **3.8 VÁLVULAS**

Cumplirán lo especificado en el CTE DB HE 4, apartado 3.4.6. Podrán ser válvulas de esfera, de asiento, de resorte, etc. Según CTE DB HE 4, apartado 3.2.2.5, para evitar flujos inversos es aconsejable la utilización de válvulas antirretorno.

### **3.9 SISTEMA DE DRENAJE**

Se evitará su congelación, dentro de lo posible.

### **3.10 MATERIAL AISLANTE**

Fibra de vidrio, pinturas asfálticas, chapa de aluminio, etc.

### **3.11 SISTEMA DE ENERGÍA AUXILIAR**

Para complementar la contribución solar con la energía necesaria para cubrir la demanda prevista en caso de escasa radiación solar o demanda superior al previsto.

## **4.- PRESCRIPCIÓN EN CUANTO A LA EJECUCIÓN POR UNIDADES DE OBRA**

### **4.1. CONDICIONES PREVIAS**

En general, se tendrán en cuenta las especificaciones dadas por los fabricantes de cada uno de los componentes. En las partes dañadas por roces en los equipos, producidos durante el traslado o el montaje, se aplicará pintura rica en zinc u otro material equivalente. Todos los elementos metálicos que no estén debidamente protegidos contra la oxidación, serán recubiertos con dos manos de pintura antioxidante. Cualquier componente que vaya a ser instalado en el interior de un recinto donde la temperatura pueda caer por debajo de los 0°C, deberá estar protegido contra heladas.

### **4.2. SISTEMA DE CAPTACIÓN**

Se recomienda que los captadores que integren la instalación sean del mismo modelo. Preferentemente se instalarán captadores con conductos distribuidores

horizontales y sin cambios complejos de dirección de los conductos internos. Si los captadores son instalados en los tejados de edificios, deberá asegurarse la estanqueidad en los puntos de anclaje. La instalación permitirá el acceso a los captadores de forma que su desmontaje sea posible en caso de rotura. Se evitará que los captadores queden expuestos al sol por periodos prolongados durante su montaje. En este periodo las conexiones del captador deben estar abiertas a la atmósfera, pero impidiendo la entrada de suciedad.

#### - 4.2.1 CONEXIONADO

Según el CTE DB HE 4, apartado 3.3.2.2, el conexionado de los captadores se realizará prestando especial atención a su estanqueidad y durabilidad. Se dispondrán en filas constituidas, preferentemente, por el mismo número de elementos, conectadas entre sí en paralelo, en serie ó en serieparalelo. Se instalarán válvulas de cierre en la entrada y salida de las distintas baterías de captadores y entre las bombas. Además se instalará una válvula de seguridad por cada fila. Dentro de cada fila los captadores se conectarán en serie ó en paralelo, cuyo número tendrá en cuenta las limitaciones del fabricante. Si la instalación es exclusivamente de ACS se podrán conectar en serie hasta 10 m<sup>2</sup> en las zonas climáticas I y II, hasta 8 m<sup>2</sup> en la zona climática III y hasta 6 m<sup>2</sup> en las zonas climáticas IV y V.

Los captadores se dispondrán preferentemente en filas formadas por el mismo número de elementos. Se conectarán entre sí instalando válvulas de cierre en la entrada y salida de las distintas baterías de captadores y entre las bombas. Los captadores se pueden conectar en serie o en paralelo. El número de captadores conexionados en serie no será superior a tres. En el caso de que la aplicación sea de agua caliente sanitaria no deben conectarse más de dos captadores en serie.

#### - 4.2.2 ESTRUCTURA SOPORTE

Según el CTE DB HE 4, apartado 3.3.2.3, la estructura soporte del sistema de captación cumplirá las exigencias del CTE en cuanto a seguridad estructural. Permitirá las dilataciones térmicas, sin transferir cargas a los captadores o al circuito hidráulico. Los puntos de sujeción del captador serán suficientes en

número, área de apoyo y posición relativa, para evitar flexiones en el captador. La propia estructura no arrojará sombra sobre los captadores. En caso de instalaciones integradas que constituyan la cubierta del edificio, cumplirán las exigencias de seguridad estructural y estanqueidad indicadas en la parte correspondiente del CTE y demás normativa de aplicación.

#### **4.3 SISTEMA DE ACUMULACIÓN SOLAR**

Según el CTE DB HE 4, apartado 3.3.3.1, el sistema de acumulación solar estará constituido preferentemente por un solo depósito de configuración vertical, ubicado en zonas interiores, aunque podrá dividirse en dos o más depósitos conectados entre sí. Se ubicará un termómetro de fácil lectura para controlar los niveles térmicos y prevenir la legionelosis. Para un volumen mayor de 2 m<sup>3</sup>, se instalarán sistemas de corte de flujos al exterior no intencionados.

Los acumuladores se ubicarán preferentemente en zonas interiores. Si los depósitos se sitúan por encima de la batería de captadores se favorece la circulación natural. En caso de que el acumulador esté directamente conectado con la red de distribución de agua caliente sanitaria, deberá ubicarse un termómetro en un sitio claramente visible. Cuando sea necesario que el sistema de acumulación solar esté formado por más de un depósito, estos se conectarán en serie invertida en el circuito de consumo o en paralelo con los circuitos primarios y secundarios equilibrado. La conexión de los acumuladores permitirá su desconexión individual sin interrumpir el funcionamiento de la instalación.

#### **4.4 SISTEMA DE INTERCAMBIO**

Según el CTE DB HE 4, apartado 3.3.4, en cada una de las tuberías de entrada y salida de agua del intercambiador de calor se instalará una válvula de cierre próxima al manguito correspondiente.

El intercambiador del circuito de captadores incorporado al acumulador solar estará situado en la parte inferior de este último.

#### - 4.4.1 AISLAMIENTO

El material aislante se sujetará con medios adecuados, de forma que no pueda desprenderse de las tuberías o accesorios. El aislamiento no quedará interrumpido al atravesar elementos estructurales del edificio. Tampoco se permitirá la interrupción del aislamiento térmico en los soportes de las conducciones, que podrán estar o no completamente envueltos en material aislante. El aislamiento no dejará zonas visibles de tuberías o accesorios, quedando únicamente al exterior los elementos que sean necesarios para el buen funcionamiento y operación de los componentes. Para la protección del material aislante situado en intemperie se podrá utilizar una cubierta o revestimiento de escayola protegido con pinturas asfálticas, poliésteres reforzados con fibra de vidrio o chapa de aluminio. En el caso de depósitos o cambiadores de calor situados en intemperie, podrán utilizarse forros de telas plásticas. Después de la instalación del aislante térmico, los instrumentos de medida y de control, así como válvulas de desagües, volantes, etc., deberán quedar visibles y accesibles.

#### **4.5 CIRCUITO HIDRÁULICO**

Según el CTE DB HE 4, apartado 3.3.3.2, las conexiones de entrada y salida se situarán evitando caminos preferentes de circulación del fluido. La conexión de entrada de agua caliente procedente del intercambiador o de los captadores al interacumulador, se realizará a una altura comprendida entre el 50% y el 75% de la altura total del mismo. La conexión de salida de agua fría del acumulador hacia el intercambiador o los captadores se realizará por la parte inferior de éste. La conexión de retorno de consumo al acumulador y agua fría de red se realizará por la parte inferior y la extracción de agua caliente del acumulador se realizará por la parte superior.

Según el CTE DB HE 4, apartado 3.3.5.2, la longitud de tuberías del circuito hidráulico será tan corta como sea posible, evitando los codos y pérdidas de carga. Los tramos horizontales tendrán siempre una pendiente mínima del 1% en el sentido de la circulación. Las tuberías de intemperie serán protegidas de forma

continua contra las acciones climatológicas con pinturas asfálticas, poliésteres reforzados con fibra de vidrio o pinturas acrílicas.

En general, el trazado del circuito evitará los caminos tortuosos, para favorecer el desplazamiento del aire atrapado hacia los puntos altos. En el trazado del circuito deberán evitarse, en lo posible, los sifones invertidos. Los circuitos de distribución de agua caliente sanitaria se protegerán contra la corrosión por medio de ánodos de sacrificio.

#### **4.6 TUBERÍAS**

La longitud de las tuberías del sistema deberá ser tan corta como sea posible, evitando al máximo los codos y pérdidas de carga en general. El material aislante se sujetará con medios adecuados, de forma que no pueda desprenderse de las tuberías o accesorios. Los trazados horizontales de tubería tendrán siempre una pendiente mínima del 1% en el sentido de circulación. Las tuberías se instalarán lo más próximas posibles a paramentos, dejando el espacio suficiente para manipular el aislamiento y los accesorios. La distancia mínima de las tuberías o sus accesorios a elementos estructurales será de 5 cm.

Las tuberías discurrirán siempre por debajo de canalizaciones eléctricas que crucen o corran paralelamente. No se permitirá la instalación de tuberías en huecos y salas de máquinas de ascensores, centros de transformación, chimeneas y conductos de climatización o ventilación. Los cambios de sección en tuberías horizontales se realizarán de forma que se evite la formación de bolsas de aire, mediante manguitos de reducción excéntricos o el enrasado de generatrices superiores para uniones soldadas. En ningún caso se permitirán soldaduras en tuberías galvanizadas. Las uniones de tuberías de cobre se realizarán mediante manguitos soldados por capilaridad. En circuitos abiertos el sentido de flujo del agua deberá ser siempre del acero al cobre. Durante el montaje de las tuberías se evitarán en los cortes para la unión de tuberías, las rebabas y escorias.

#### **4.7 BOMBAS**

Según el CTE DB HE 4, apartado 3.3.5.3, las bombas en línea se montarán en las zonas más frías del circuito, con el eje de rotación en posición horizontal. En instalaciones superiores a 50 m<sup>2</sup> se montarán dos bombas iguales en paralelo. En instalaciones de climatización de piscinas la disposición de los elementos será la indicada en el apartado citado.

Siempre que sea posible las bombas se montaran en las zonas mas frías del circuito. El diámetro de las tuberías de acoplamiento no podrá ser nunca inferior al diámetro de la boca de aspiración de la bomba. Todas las bombas deberán protegerse, aguas arriba, por medio de la instalación de un filtro de malla o tela metálica. Las tuberías conectadas a las bombas se soportarán en las inmediaciones de estas. El diámetro de las tuberías de acoplamiento no podrá ser nunca inferior al diámetro de la boca de aspiración de la bomba. En su manipulación se evitarán roces, rodaduras y arrastres.

#### **4.8 VASOS DE EXPANSIÓN**

Según el CTE DB HE 4, apartado 3.3.5.4, los vasos de expansión se conectarán en la aspiración de la bomba, a una altura tal que asegure el no desbordamiento del fluido y la no introducción de aire en el circuito primario

En caso de vaso de expansión abierto, la diferencia de alturas entre el nivel de agua fría en el depósito y el rebosadero no será inferior a 3 cm. El diámetro del rebosadero será igual o mayor al diámetro de la tubería de llenado.

##### **4.8.1 PURGA DE AIRE**

Según el CTE DB HE 4, apartado 3.3.5.5, se colocarán sistemas de purga de aire en los puntos altos de la salida de baterías de captadores y en todos aquellos puntos de la instalación donde pueda quedar aire acumulado.

Se colocaran sistemas de purga de aire en los puntos altos de la salida de batería de captadores y en todos los puntos de la instalación donde pueda quedar aire acumulado. Las líneas de purga deberán estar colocadas de tal forma que no se

puedan helar y no se pueda acumular agua en las líneas. Los botellines de purga estarán en lugares accesibles y, siempre que sea posible, visibles. Se evitará el uso de purgadores automáticos cuando se prevea la formación de vapor en el circuito.

## **PRUEBAS Y ENSAYOS DE LAS INSTALACIONES**

### **1.- PRUEBAS DE LAS INSTALACIONES INTERIORES DE AGUA FRÍA**

Todos los elementos y accesorios que integran las instalaciones serán objeto de las pruebas reglamentarias.

Antes de proceder al empotramiento de las tuberías, la empresa instaladora está obligada a efectuar una prueba de resistencia mecánica y estanquidad de todas las tuberías, elementos y accesorios que integran la instalación. Esta prueba se efectuará con presión hidráulica de 2 MPa.

Para iniciar la prueba se llenará de agua toda la instalación, manteniendo abiertos los grifos terminales hasta que se tenga la seguridad de que la purga ha sido completa y no queda nada de aire. Entonces se cerrarán los grifos que han servido de purga y el de la fuente de alimentación. A continuación se empleará la bomba, que ya estará conectada y se mantendrá su funcionamiento hasta alcanzar la presión de prueba. Una vez conseguida, se cerrará la llave de paso de la bomba y se comprobará que dicho valor no baja en la lectura del manómetro y se procederá a reconocer toda la instalación para asegurarse de que no existen pérdidas.

Una vez realizada la prueba anterior, a la instalación se le conectará la grifería y los aparatos de consumo siendo sometidos a la presión de servicio, con un mínimo de 600 kPa. Una vez conseguida la citada presión se cerrará la llave de paso, debiendo mantenerse esta presión durante al menos quince minutos. Se dará por bueno todo el conjunto instalado si durante todo este tiempo la lectura del manómetro ha permanecido constante.

El manómetro que se utilice en esta prueba deberá apreciar como mínimo intervalos de presión de 10 kPa.

Las presiones aludidas anteriormente se refieren al nivel de la calzada.

Independientemente de todo lo anteriormente expuesto, la referencia obligatoria para la realización de las pruebas de estanquidad, será la norma UNE 100-151-88.

## **2.- PRUEBAS DE LAS INSTALACIONES INTERIORES DE A.C.S.**

Para comprobar el funcionamiento de las instalaciones de preparación de A.C.S. se realizarán las siguientes pruebas:

- Caudal y temperatura en los puntos de agua:

Abierto el número de grifos estimados en la simultaneidad, se obtendrán los caudales exigidos a la temperatura fijada.

Para el equilibrado hidráulico de las distintas ramas de la red de retorno, se abrirá uno a uno el grifo más alejado de cada uno de los ramales, sin haber abierto ningún grifo en las últimas 24 horas, y se comprobará el tiempo que tarda el agua en brotar a la temperatura de funcionamiento.

- Temperaturas de la red:

Con el acumulador a régimen, se comprobarán las temperaturas del mismo, en su salida y en los grifos. La temperatura de retorno no será inferior en 3 °C a la de salida del acumulador. Se utilizará para la medición un termómetro de contacto.

## **3.- HOMOLOGACIÓN**

Los materiales, accesorios y elementos de las instalaciones deberán estar homologados oficialmente.

Las dudas y discrepancias que puedan surgir serán resueltas por el Organismo de la Administración competente.

Los elementos integrantes de la instalación deben estar fabricados con arreglo a las normas UNE vigentes cuando aquella se realice, que le sean de aplicación.





Universidad  
Carlos III de Madrid

PROYECTO DE  
INSTALACIÓN DE FONTANERÍA EN EDIFICIO DE  
42 VIVIENDAS CON GARAJE/APARCAMIENTOS

Calle Vetusta (Alcorcón)

M A D R I D

PRESUPUESTO

**PRESUPUESTO PERSONAL**

**CAPITULO 01. INSTALACIONES GENERALES**

Ud	Descomposición	Rend.	Precio unitario	Precio total
h	Oficial 1ª construcción.	0,18	16,71	3,07
h	Oficial 2ª construcción.	2,02	16,46	33,23
h	Peón ordinario construcción.	1,19	15,06	17,97
h	Oficial 1ª fontanero.	6,77	17,26	116,82
h	Ayudante fontanero.	3,40	15,59	53,04
<b>TOTAL ACOMETIDA</b>				<b>224,13</b>
h	Oficial 1ª construcción.	19,93	16,71	333,03
h	Peón ordinario construcción.	14,59	15,06	219,79
h	Oficial 1ª fontanero.	68,30	17,26	1178,87
h	Ayudante fontanero.	67,34	15,59	1049,84
<b>TOTAL DISTRIBUCIÓN GENERAL</b>				<b>2781,52</b>
h	Oficial 1ª fontanero.	17,74	17,26	306,19
h	Ayudante fontanero.	8,74	15,59	136,23
<b>TOTAL CENTRALIZACIÓN CONTADORES</b>				<b>442,42</b>
h	Oficial 1ª fontanero.	73,63	17,26	1270,80
h	Ayudante fontanero.	73,63	15,59	1147,84
<b>TOTAL DERIVACIÓN INDIVIDUAL</b>				<b>2418,65</b>
<b>TOTAL CAPÍTULO 01</b>				<b>6087,37</b>

**CAPITULO 02. INSTALACIONES INTERIORES**

h	Oficial 1ª fontanero.	730,80	17,26	12613,61
h	Ayudante fontanero.	730,80	15,59	11393,17
<b>TOTAL BAÑO</b>				<b>24006,78</b>
h	Oficial 1ª fontanero.	207,31	17,26	3578,21
h	Ayudante fontanero.	207,31	15,59	3231,99
<b>TOTAL COCINA</b>				<b>6810,20</b>
h	Oficial 1ª fontanero.	5,91	17,26	102,01

PROYECTO DE INSTALACIÓN DE FONTANERÍA EN EDIFICIO DE 42 VIVIENDAS CON GARAJE-APARCAMIENTO  
CALLE VETUSTA, Nº 21 (ALCORCÓN) 28034 - MADRID.

h	Ayudante fontanero.	5,91	15,59	92,14
<b>TOTAL FONTANERIA GENERAL</b>				<b>194,14</b>
<b>TOTAL CAPÍTULO 02</b>				<b>31011,12</b>
<b>CAPITULO 03. INSTALACIONES SOLARES</b>				
h	Oficial 1ª montador	187,88	17,26	3242,81
h	Ayudante montador	187,88	15,59	2929,05
<b>TOTAL CAPTADORES</b>				<b>6171,86</b>
h	Oficial 1ª montador	12,54	17,26	216,44
h	Ayudante montador	12,54	15,59	195,50
<b>TOTAL ACUMULADOR</b>				<b>411,94</b>
h	Oficial 1ª montador	9,34	17,26	161,21
h	Ayudante montador	9,34	15,59	145,61
<b>TOTAL BOMBAS</b>				<b>920,46</b>
h	Oficial 1ª montador	17,08	17,26	294,80
h	Ayudante montador	17,08	15,59	266,28
<b>TOTAL VASOS EXPANSIÓN</b>				<b>1122,16</b>
h	Oficial 1ª montador	16,54	17,26	285,48
h	Ayudante montador	16,54	15,59	257,86
<b>TOTAL INTERCAMBIADOR</b>				<b>543,34</b>
h	Oficial 1ª montador	102,74	17,26	1773,29
h	Ayudante montador	102,74	15,59	1601,72
<b>TOTAL DISTRIBUCIÓN</b>				<b>3375,01</b>
<b>TOTAL CAPÍTULO 03</b>				<b>12544,76</b>
<b>TOTAL PRESUPUESTO PERSONAL</b>				<b>49643,25</b>

**PRESUPUESTO HERRAMIENTAS Y UTILLAJE**

Descomposición	Unidades	Precio total
Compresor portátil eléctrico 5 m³/min.	1 ud./caja	2503
Prensa hidráulica tuberías 63-50-40	1 ud./caja	3682,41
Abocardador 12-16-20-25 PER	1 ud./caja	196,77
Tijera cortatubo 25 PER	1 ud./caja	108,89
Martillo neumático.	1 ud./caja	207,34
Extractor casquillos 16-20-25	1 ud./caja	76,98
ADAPT COBRE COMP.16 PER 15 CU	25ud./caja*4	12,48
ADAPT COBRE COMP.20 PER 15 CU	25ud.caja*4	14,32
Muelle curvatubo 16 PER	1 ud./caja*50	1120
Muelle curvatubo 20 PER	1 ud./caja*50	1318
Muelle curvatubo 25 PER	1 ud./caja*100	4225
<b>TOTAL PRESUPUESTO HERRAMIENTAS Y UTILLAJE</b>	<b>-</b>	<b>13465,19</b>

PROYECTO DE INSTALACIÓN DE FONTANERÍA EN EDIFICIO DE 42 VIVIENDAS CON GARAJE-APARCAMIENTO  
CALLE VETUSTA, Nº 21 (ALCORCÓN) 28034 - MADRID.

**PRESUPUESTO MATERIAL**

**CAPITULO 01. INSTALACIONES GENERALES**

	Ud/m	Descripción	Ud/m	medición	Precio unitario	Precio total
1001	m³	Arena de 0 a 5 mm de diámetro.	m³	0,25	12,02	3,02
1002	Ud	Collarín de toma en carga de PP, para tubo de polietileno de alta densidad (PE-100 A), de 75 mm de diámetro exterior, según UNE-EN ISO 15874-3.	Ud	1,00	7,16	7,16
1003	m	<b>Acometida</b> de polietileno de alta densidad banda azul (PE-100), de 75 mm de diámetro exterior, PN=16 atm y 6,8 mm de espesor, según UNE-EN 12201-2 y UNE-EN 12201-3. Incluso p/p de accesorios de conexión y piezas especiales.	m	6,00	10,84	65,04
1004	Ud	Arqueta prefabricada de polipropileno, 51x51x65 cm.	Ud	1,00	56,00	56,00
1005	Ud	Tapa de PVC, para arquetas de fontanería de 51x51 cm.	Ud	1,00	72,66	72,66
1006	Ud	Válvula de esfera de latón niquelado para roscar de 2 1/2", con mando de cuadradillo.	Ud	1,00	65,80	65,80
1007	m³	Hormigón HM-20/P/20/I, fabricado en central, vertido con cubilote.	m³	0,19	48,81	9,03
1008	m³	Hormigón HM-20/P/20/I, fabricado en central, vertido con cubilote.	m³	0,15	48,81	7,32
<b>EDIFICIO</b>						
<b>TOTAL ACOMETIDA</b>						<b>286,03</b>
1009	m	<b>Tubo de polietileno alta densidad, de 75 mm de diámetro exterior</b> , PN=10 atm y 5,8 mm de espesor, según UNE-EN ISO 15875-2, que une la arqueta con la batería de contadores, con el precio incrementado el 30% en concepto de accesorios y piezas especiales.	m	16,00	24,88	398,08
<b>RED BATERÍA DE CONTADORES</b>						
<b>RED GRUPO PRESIÓN</b>						
1010	m	<b>Tubo de polietileno alta densidad, de 63 mm de diámetro exterior</b> , PN=10 atm y 4,6 mm de espesor, según UNE-EN ISO 15875-2, que une el grupo de contadores a batería de contadores uno mas dos, con el precio incrementado el 30% en concepto de accesorios y piezas especiales.	m	26,68	21,00	560,28
<b>A BATERIA DE CONT.(TR5)</b>						
1011	m	<b>Tubo de polietileno alta densidad, de 50 mm de diámetro exterior</b> , PN=10 atm y 4,6 mm de espesor, según UNE-EN ISO 15875-2, que une el grupo de contadores con batería de contadores uno, dos y tres, con el precio incrementado el 30% en concepto de accesorios y piezas especiales.	m	20,00	15,36	307,20
<b>A BATERIA DE CONT.PORTAL1(TR1)</b>						
<b>A BATERIA DE CONT.PORTAL2(TR2)</b>						
<b>A BATERIA DE CONT.PORTAL3(TR4)</b>						

PROYECTO DE INSTALACIÓN DE FONTANERÍA EN EDIFICIO DE 42 VIVIENDAS CON GARAJE-APARCAMIENTO  
CALLE VETUSTA, Nº 21 (ALCORCÓN) 28034 - MADRID.

1012	Ud	Válvula del tubo de alimentación de compuerta de latón fundido, para roscar, de 1".	Ud	2,00	9,62	19,24
	Ud	Filtro retenedor de residuos de latón, con tamiz de acero inoxidable con perforaciones de 0,4 mm de diámetro, con rosca de 1", para una presión máxima de trabajo de 16 bar y una temperatura máxima de 110°C.	Ud	1,00	12,88	12,88
1013						
1014	Ud	Grifo de comprobación de latón, para roscar, de 1/2".	Ud	1,00	4,99	4,99
1015	m	Tubo de polietileno reticulado (PE-X), de 32 mm de diámetro exterior, PN=10 atm y 2,9 mm de espesor, según UNE-EN ISO 15875-2, con el precio incrementado el 30% en concepto de accesorios y piezas especiales.	m	8,00	7,47	59,76
	m³	Hormigón HM-20/B/20/I, fabricado en central, vertido con cubilote.	m³	0,04	50,46	2,17
1016						
1017	Ud	Arqueta prefabricada de polipropileno, de sección rectangular, de 51x37 cm en la base y 30 cm de altura, con tapa de color verde de 38x25 cm.	Ud	1,00	17,48	17,48
1018	Ud	Válvula de compuerta de latón fundido, para roscar, de 1/2".	Ud	1,00	5,82	5,82
	Ud	Válvula limitadora de presión de latón, de 1/2" DN 15 mm de diámetro, presión máxima de entrada de 15 bar y presión de salida regulable entre 0,5 y 4 bar, temperatura máxima de 70°C, con racores.	Ud	1,00	27,10	27,10
1019						
	Ud	Manómetro con baño de glicerina y diámetro de esfera de 100 mm, con toma vertical, para montaje roscado de 1/4", escala de presión de 0 a 10 bar.	Ud	1,00	11,00	11,00
1020						
<b>TOTAL DISTRIBUCIÓN GENERAL</b>						<b>1353,36</b>
1021	Ud	Válvula de compuerta de latón fundido, para roscar, de 2 1/2".	Ud	2,00	59,25	118,50
1022	Ud	Batería de acero galvanizado de 2 1/2" DN 65 mm, para centralización de 16 contadores divisionarios de agua en dos filas, de 1320x640 mm. Incluso soporte y brida. Según UNE 19900.	Ud	2,00	199,75	399,50
1023	Ud	Válvula de esfera de latón niquelado para roscar de 1/2".	Ud	60,00	4,13	247,80
	Ud	Grifo de comprobación de latón, para roscar, de 1/2".	Ud	15,00	4,99	74,85
1024						
1025	Ud	Válvula de retención de latón para roscar de 1/2".	Ud	15,00	2,86	42,90
1026	Ud	Latiguillo de acero inoxidable, de 3/4", de 400 mm de longitud.	Ud	15,00	6,45	96,75
1027	Ud	Tapa ciega.	Ud	2,00	2,55	5,10
1028	Ud	Cuadro de clasificación metálico para centralización de 15 contadores divisionarios de agua en dos filas.	Ud	2,00	7,21	14,42
1029	Ud	Válvula de compuerta de latón fundido, para roscar, de 2 1/2".	Ud	1,00	59,25	59,25

PROYECTO DE INSTALACIÓN DE FONTANERÍA EN EDIFICIO DE 42 VIVIENDAS CON GARAJE-APARCAMIENTO  
CALLE VETUSTA, Nº 21 (ALCORCÓN) 28034 - MADRID.

1030	Ud	Batería de acero galvanizado de 2 1/2" DN 65 mm, para centralización de 14 contadores divisionarios de agua en dos filas, de 1200x640 mm. Incluso soporte y brida. Según UNE 19900.	Ud	1,00	186,49	186,49
1031	Ud	Válvula de esfera de latón niquelado para roscar de 1/2".	Ud	28,00	4,13	115,64
1032	Ud	Grifo de comprobación de latón, para roscar, de 1/2".	Ud	14,00	4,99	69,86
1033	Ud	Válvula de retención de latón para roscar de 1/2".	Ud	14,00	2,86	40,04
1034	Ud	Latiguillo de acero inoxidable, de 3/4", de 400 mm de longitud.	Ud	14,00	6,45	90,30
1035	Ud	Cuadro de clasificación metálico para centralización de <b>14 contadores divisionarios</b> de agua en dos filas.	Ud	1,00	6,17	6,17
<b>PORTAL 3</b>						
<b>TOTAL CENTRALIZACIONES DE CONTADORES</b>						<b>1319,77</b>
1036	Ud	<b>Grupo de presión de agua</b> , AP A/10-2 "EBARA", formado por: dos bombas centrifugas multicelulares CVM A/10, con una potencia de 0,75x2 kW, cuerpos de aspiración e impulsión y contrabridas de hierro fundido, eje y camisa externa de acero inoxidable, impulsores de policarbonato con fibra de vidrio, cierre mecánico, motor asíncrono de 2 polos, aislamiento clase F, protección IP 44, para alimentación trifásica a 230/400 V; bancada metálica común para bomba y cuadro eléctrico; válvulas de corte, antirretorno y de aislamiento; manómetro; presostato; depósito de membrana, de chapa de acero de 100 l; cuadro eléctrico de fuerza y control para la operación totalmente automática del grupo; soporte metálico para cuadro eléctrico; con reloj programador (mando para electroválvula); colector en aspiración; manguitos elásticos en impulsión.	Ud	1,00	3072,00	3072,00
<b>EDIFICIO</b>						<b>0,00</b>
1037	Ud	Válvula de esfera de latón niquelado para roscar de 1".	Ud	1,00	9,81	9,81
1038	Ud	Válvula de compuerta de latón fundido, para roscar, de 1".	Ud	1,00	9,62	9,62
1039	Ud	Válvula de flotador de 1" de diámetro, para una presión máxima de 6 bar, con cuerpo de latón, boya esférica roscada de latón y obturador de goma.	Ud	1,00	67,95	67,95
1040	Ud	<b>Depósito de poliéster reforzado con fibra de vidrio, cilíndrico, de 2500 litros</b> , con tapa, aireador y rebosadero, para uso alimentario.	Ud	1,00	1002,70	1002,70
1041	Ud	Interruptor de nivel con boya, con contacto de 14 A, esfera y contrapeso.	Ud	2,00	14,79	29,58
1042	Ud	Válvula de compuerta de latón fundido, para roscar, de 1".	Ud	1,00	9,62	9,62
1043	Ud	Válvula de esfera de latón niquelado para roscar de 1".	Ud	1,00	9,81	9,81
1044	Ud	Válvula de compuerta de latón fundido, para roscar, de 1".	Ud	1,00	9,62	9,62

PROYECTO DE INSTALACIÓN DE FONTANERÍA EN EDIFICIO DE 42 VIVIENDAS CON GARAJE-APARCAMIENTO  
CALLE VETUSTA, Nº 21 (ALCORCÓN) 28034 - MADRID.

1045	Ud	Válvula de flotador de 1" de diámetro, para una presión máxima de 6 bar, con cuerpo de latón, boya esférica roscada de latón y obturador de goma.	Ud	1,00	67,95	67,95
1046	Ud	<b>Depósito de poliéster reforzado con fibra de vidrio, cilíndrico, de 1000 litros</b> , con tapa, aireador y rebosadero, para uso alimentario.	Ud	1,00	87,09	87,09
1047	Ud	Interruptor de nivel con boya, con contacto de 14 A, esfera y contrapeso.	Ud	1,00	14,79	14,79
<b>EDIFICIO</b>						
<b>TOTAL GRUPO DE PRESIÓN</b>						<b>1318,54</b>
1048	m	<b>Tubo de polietileno reticulado (PE-X), de 25 mm de diámetro exterior</b> , PN=10 atm y 2,3 mm de espesor, según UNE-EN ISO 15875-2, con el precio incrementado el 15% en concepto de accesorios y piezas especiales.	m	1207,00	3,60	4345,20
<b>MONTANTE PORTAL 1,2,3</b>						
<b>TOTAL DERIVACIÓN INDIVIDUAL</b>						<b>4345,20</b>
1049		<b>Tubo de polietileno reticulado (PE-X), de 50mm de diámetro exterior</b> , PN=10 atm y 2,3 mm de espesor, según UNE-EN ISO 15875-2, con el precio incrementado el 15% en concepto de accesorios y piezas especiales.	m	40,00	5,25	210,00
<b>PATINILLO PORTALES A.C.S</b>						
1050		<b>Tubo de polietileno reticulado (PE-X), de 32 mm de diámetro exterior</b> , PN=10 atm y 2,3 mm de espesor, según UNE-EN ISO 15875-2, con el precio incrementado el 15% en concepto de accesorios y piezas especiales.	m	45,00	4,10	184,50
<b>A PLANTAS DE VIVIENDAS DE A.C.S</b>						
1051		<b>Tubo de polietileno reticulado (PE-X), de 32 mm de diámetro exterior</b> , PN=10 atm y 2,3 mm de espesor, según UNE-EN ISO 15875-2, con el precio incrementado el 15% en concepto de accesorios y piezas especiales.	m	1207,00	3,60	4345,20
<b>VIVIENDAS A.C.S</b>						
<b>TOTAL DERIVACIÓN A.C.S</b>						<b>4739,70</b>
<b>TOTAL CAPÍTULO 01</b>						<b>13362,60</b>

**CAPITULO 02. INSTALACIONES INTERIORES**

2001	m	<b>Tubo de polietileno reticulado (PE-X), de 16 mm de diámetro exterior</b> , PN=10 atm y 1,8 mm de espesor, según UNE-EN ISO 15875-2, con el precio incrementado el 30% en concepto de accesorios y piezas especiales para tomas para el fregadero para las redes de agua fría y caliente.	m	42,00	2,89	121,38
------	---	---	---	-------	------	--------



PROYECTO DE INSTALACIÓN DE FONTANERÍA EN EDIFICIO DE 42 VIVIENDAS CON GARAJE-APARCAMIENTO  
CALLE VETUSTA, Nº 21 (ALCORCÓN) 28034 - MADRID.

VIVIENDAS						
2002	m	Tubo de polietileno reticulado (PE-X), de 16 mm de diámetro exterior, PN=10 atm y 1,8 mm de espesor, según UNE-EN ISO 15875-2, con el precio incrementado el 30% en concepto de accesorios y piezas especiales para tomas para el lavaplatos para las redes de agua fría y caliente.	m	42,00	2,89	121,38
VIVIENDAS						
2003	m	Tubo de polietileno reticulado (PE-X), de 20 mm de diámetro exterior, PN=10 atm y 1,9 mm de espesor, según UNE-EN ISO 15875-2, con el precio incrementado el 30% en concepto de accesorios y piezas especiales para toma de la lavadora para redes de agua fría y caliente	m	42,00	3,60	151,20
VIVIENDAS						
2004	Ud	Válvula de asiento de latón, de 22 mm de diámetro, con maneta y embellecedor de acero inoxidable.	Ud	42,00	8,84	371,28
VIVIENDAS						
TOTAL FONTANERÍA COCINA						643,86 0,00
2005	m	Tubo de polietileno reticulado (PE-X), de 16 mm de diámetro exterior, PN=10 atm y 1,8 mm de espesor, según UNE-EN ISO 15875-2, con el precio incrementado el 30% en concepto de accesorios y piezas especiales para tomas de bidé para las redes de agua fría y caliente.	m	47,00	2,89	135,83
VIVIENDAS						
2006	m	Tubo de polietileno reticulado (PE-X), de 16 mm de diámetro exterior, PN=10 atm y 1,8 mm de espesor, según UNE-EN ISO 15875-2, con el precio incrementado el 30% en concepto de accesorios y piezas especiales para tomas de lavabo para las redes de agua fría y caliente.	m	72,00	2,89	208,08
VIVIENDAS						
2007	Ud	Tubo de polietileno reticulado (PE-X), de 16 mm de diámetro exterior, PN=10 atm y 1,8 mm de espesor, según UNE-EN ISO 15875-2, con el precio incrementado el 30% en concepto de accesorios y piezas especiales para tomas de inodoro para las redes de agua fría y caliente.	Ud	72,00	2,89	208,08
VIVIENDAS						
2008	m	Tubo de polietileno reticulado (PE-X), de 20 mm de diámetro exterior, PN=10 atm y 1,9 mm de espesor, según UNE-EN ISO 15875-2, con el precio incrementado el 30% en concepto de accesorios y piezas especiales para toma de la lavadora para redes de agua fría y caliente	m	72,00	3,60	259,20
VIVIENDAS						
2009	Ud	Válvula de asiento de latón, de 22 mm de diámetro, con maneta y embellecedor de acero inoxidable.	Ud	72,00	8,84	636,48
TOTAL FONTANERÍA BAÑOS						1447,67

PROYECTO DE INSTALACIÓN DE FONTANERÍA EN EDIFICIO DE 42 VIVIENDAS CON GARAJE-APARCAMIENTO  
CALLE VETUSTA, Nº 21 (ALCORCÓN) 28034 - MADRID.

2010	m	<b>Tubo de polietileno reticulado (PE-X), de 20 mm de diámetro exterior</b> , PN=10 atm y 1,9 mm de espesor, según UNE-EN ISO 15875-2, con el precio incrementado el 30% en concepto de accesorios y piezas especiales para suministro a grifos de limpieza de garaje y cuarto de basuras.	m	7,00	3,60	25,20
------	---	--	---	------	------	-------

**RED SERVICIOS GENERALES**

2011	Ud	Válvula de asiento de latón, de 22 mm de diámetro, con maneta y embellecedor de acero inoxidable.	Ud	7,00	8,84	61,88
------	----	---	----	------	------	-------

**TOTAL FONTANERÍA GENERAL**

**87,08**

**TOTAL CAPÍTULO 02**

**2178,61**

**CAPITULO 03. INSTALACIONES SOLARES**

3001	Ud	Captador solar térmico plano VITOSOL 200F, con panel de montaje vertical de 1135x2115x112 mm, superficie útil 2,1 m², rendimiento óptico 0,75 y coeficiente de pérdidas primario 3,993 W/m²K, según UNE-EN 12975-2, compuesto de: panel de vidrio templado de bajo contenido en hierro (solar granulado), de 3,2 mm de espesor y alta transmitancia (92%); estructura trasera en bandeja de polietileno reciclable resistente a la intemperie (resina ABS); bastidor de fibra de vidrio reforzada con polímeros; absorbedor de cobre con revestimiento selectivo de cromo negro de alto rendimiento; parrilla de 8 tubos de cobre soldados en omega sin metal de aportación; aislamiento de lana mineral de 60 mm de espesor y uniones mediante manguitos flexibles con abrazaderas de ajuste rápido.	Ud	22,00	391,00	8602,00
------	----	---	----	-------	--------	---------

3002	Ud	Bastidor, para cubierta inclinada, para captador solar térmico.	Ud	22,00	80,00	1760,00
------	----	---	----	-------	-------	---------

3003	Ud	Juego de fijación, para cubierta inclinada, para bastidor de captador solar térmico.	Ud	22,00	58,90	1295,80
------	----	--	----	-------	-------	---------

3004	Ud	Kit de conexiones hidráulicas para captadores solares térmicos, con conexiones aisladas, tapones, pasacables y racores.	Ud	22,00	91,67	2016,74
------	----	---	----	-------	-------	---------

3005	Ud	Purgador automático, especial para aplicaciones de energía solar térmica, equipado con válvula de esfera y cámara de acumulación de vapor.	Ud	22,00	72,75	1600,50
------	----	--	----	-------	-------	---------

3006	Ud	Válvula de seguridad especial para aplicaciones de energía solar térmica, para una temperatura máxima de 130°C.	Ud	22,00	38,80	853,60
------	----	---	----	-------	-------	--------

I		Líquido para relleno de captador solar térmico, para una temperatura de trabajo de -28°C a +200°C.120l	I	1,00	320,00	320,00
---	--	--	---	------	--------	--------

3007						
3008	Ud	Válvula de esfera de latón niquelado para roscar de 1".	Ud	22,00	9,81	215,82

**CUBIERTA**

PROYECTO DE INSTALACIÓN DE FONTANERÍA EN EDIFICIO DE 42 VIVIENDAS CON GARAJE-APARCAMIENTO  
CALLE VETUSTA, Nº 21 (ALCORCÓN) 28034 - MADRID.

<b>TOTAL CAPTADOR SOLAR</b>					<b>15368,66</b>
3009	Acumulador para agua caliente sanitaria de 2.000 litros LAPESA con boca de hombre superior DN 400, para una presión de trabajo de hasta 10 bar y 80°C, tratamiento interior con resina epoxi calidad alimentaria, calorifugado con espuma rígida de poliuretano protección catódica permanente con ánodos de titanio y protenciostato, red de tuberías de acero negro válvula de retención. Medida la unidad conectada y en funcionamiento.	Ud	2,00	2860,00	5720,00
3010	Valvula de seguridad con muelle recorte para agua caliente. hasta 130°C de 1¼" y 3/4" de diámetro. Medida la unidad montada y funcionando.	Ud	2,00	38,80	77,60
<b>PLANTA CUARTA</b>					
<b>TOTAL ACUMULADOR SOLAR</b>					<b>5797,60</b>
3011	Bomba in line de rotor húmedo de circuito primario y secundario wilo star ó similar para un Caudal de 2761 l/h y una potencia de 48,14W.	Ud	3,00	460,00	1380,00
3012	Valvula de seguridad con muelle recorte para agua caliente. hasta 130°C de 1¼" y 3/4" de diámetro. Medida la unidad montada y funcionando.	Ud	3,00	45,00	135,00
<b>CIRCUITO PRIMARIO, SECUNDARIO Y RETORNO</b>					
<b>TOTAL BOMBA</b>					<b>1515,00</b>
3013	Vaso de expansión cerrado lapesa ó similar, con membrana recambiable de caucho butílico. para circuito solar 50 litros de capacidad.	Ud	1,00	108,00	108,00
3014	<b>CIRCUITO PRIMARIO</b>				
3015	Vaso de expansión cerrado lapesa ó similar, con membrana recambiable de caucho butílico. para circuito solar de 150 litros de capacidad.	Ud	1,00	350,00	350,00
<b>CIRCUITO SECUNDARIO</b>					
<b>TOTAL VASO EXPANSIÓN</b>					<b>458,00</b>
3016	Intercambiador de placas para la producción instantánea de A.S.C. Marca Indelcasa o similar, modelo UFP 32/M Realizado con placas de acero inoxidable AISI316. Medida unidad instalada.	Ud	1,00	1500,00	1500,00
3017	Conjunto de llaves de corte de esfera de paso total, con cuerpo de latón forjado y esfera de acero inoxidable, con juntas PTFE, PN 10, Temperatura máxima de 120°C. Inc. accesorios y elementos de montaje, Diámetro comprendidos entre 50 y 25 mm. Medida la unidad montada y en funcionamiento.	Ud	1,00	37,00	37,00
<b>CIRCUITO PRIMARIO</b>					
<b>TOTAL INTERCAMBIADOR</b>					<b>1537,00</b>

PROYECTO DE INSTALACIÓN DE FONTANERÍA EN EDIFICIO DE 42 VIVIENDAS CON GARAJE-APARCAMIENTO  
CALLE VETUSTA, Nº 21 (ALCORCÓN) 28034 - MADRID.

3018	Tubería de cobre estirado de diámetro 33/35mm sin soldadura, con dimensiones y características según UNE-EN 1.057, incluso parte proporcional de elementos y accesorios para unión de derivaciones, anclaje, soportes, compensadores de dilatación, purgadores, montaje. De 20/22 mm de diámetro. Medida la unidad montada y funcionando.		51,94	284,00	284,00
3019	Aislamiento térmico con coquilla rígida de lana de vidrio, aglomerada con resinas termoendurecibles y revestidas con papel de aluminio reforzado con hilos de vidrio textil de calibre comprendidos entre 51/54 y 20/22 mm y espesores según R.I.T.E.. Incluso colocación de cinta adhesiva y medios auxiliares. Medida de la unidad instalada.	m	51,94	90,00	90,00
	Recubrimiento en chapa de aluminio de las tuberías de la instalación de redes vistas complementarias a sistema solar, posteriormente a su aislamiento térmico. Inc. Instalación, con todos los medios, accesorios y operaciones necesarias. Medida la unidad instalada.	m	51,94	159,00	159,00
3020		m			
3021	Filtro de latón de 1/2" Ø, con p/p de accesorios y pequeño material instalado.	Ud	1,00	37,00	37,00
CIRCUITO PRIMARIO					
TOTAL DISTRIBUCIÓN					570,00
3022	Disipadores de calor especialmente diseñados para instalar alainterperie. Venrtiladores helicoidales con rejilla protectora.Sistema de soportación incorporado para fijar ala pared.	Ud	2,00	1457,63	2915,26
CIRCUITO PRIMARIO					
TOTAL DISTRIBUCIÓN					2915,26
TOTAL CAPÍTULO 03					28161,52

Se decide contratar a otra empresa para la instalación del grupo de presión con el siguiente presupuesto:

SUBCONTRATACIÓN GRUPO PRESIÓN				
Ud	Descomposición	Rend.	Precio unitario	Precio total
h	Oficial 1ª fontanero.	7,99	17,26	137,91
h	Ayudante fontanero.	4,97	15,59	77,48
h	Oficial 1ª electricista.	0,31	17,26	5,26
<b>TOTAL GRUPO DE PRESIÓN</b>				<b>220,65</b>

Resumen	ImpEURO
PRESUPUESTO PERSONAL	49643,25
PRESUPUESTO MATERIAL	13465,19
PRESUPUESTO MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS	43702,73
SUBCONTRATACION	220,65
<b>TOTAL PRESUPUESTO EJECUCIÓN</b>	<b>107031,82</b>
13% GASTOS GENERALES	13914,1367
6% BENEFICIO INDUSTRIAL	6421,90923
	<b>127367,87</b>
18% I.V.A	22926,216
<b>TOTAL PRESUPUESTO EJECUCIÓN POR CONTRATA</b>	<b>150294,08</b>

El presupuesto de Ejecución por Contrata asciende a la cantidad de  
**CIENTO CINCUENTA MIL DOSCIENTOS NOVENTA Y CUATRO EUROS CON OCHO CÉNTIMOS**

Madrid, 25 de Noviembre de 2010.

## PERÍODO DE AMORTIZACIÓN INSTALACIÓN SOLAR TÉRMICA

El periodo de amortización es el tiempo que tardaríamos en recuperar el gasto realizado. En este caso dicho gasto será la diferencia de coste entre la instalación solar y la instalación convencional de ACS.

Para ello necesitamos conocer el ahorro anual que supone la utilización de la energía solar. Los datos necesarios para este cálculo son los siguientes:

Mes	Días del mes	EU <sub>mes</sub>
		KWh
Enero	31	2200,61
Febrero	28	3048,28
Marzo	31	3839,40
Abril	30	4415,48
Mayo	31	4656,28
Junio	30	4846,94
Julio	31	5527,02
Agosto	31	5504,89
Septiembre	30	4674,40
Octubre	31	3827,07
Noviembre	30	2627,92
Diciembre	31	2052,13
<b>Total anual</b>	<b>365</b>	<b>47220,41</b>
Media anual	30,42	3935,03

Para calcular el ahorro de la instalación (F), se deben considerar los ahorros de energía que produce la instalación, y sabemos que nuestros ahorros en energía gracias a la instalación solar son de 47220,41 kWh.

Para poder calcular el VAN tendremos que tener en cuenta un valor de ahorro anual, que es el que vamos a calcular a continuación:

$$F = c \cdot Q_{\text{ahorrada}}$$

Siendo:

$Q_{\text{ahorrada}}$  = Energía ahorrada por la instalación en un año

C = coste del calor

$$c = c' \cdot \frac{1}{\frac{PCI}{PCS} \eta}$$

Siendo:

C' = coste unitario del combustible

PCI/PCS=coeficiente del poder calorífico inferior entre el superior de combustible  
 $\eta$ = rendimiento de la instalación

El precio de la energía consumida lo tomamos como 0,04181407 €/kWh, dato sacado de la página web (www.gasnatural.es) en su apartado de tarifas de gas natural.

El poder calorífico ronda el valor de 0,9 en los combustibles más usuales.

Como rendimiento de la instalación tomaremos en torno al 85 %.

Y por tanto obtenemos un coste de calor de:

$$c = 0,05465 \text{ €/kWh}$$

Por tanto se obtiene un ahorro anual de:

$$F = 2580,59 \text{ €/año}$$

El siguiente paso es aplicar el método de evaluación de inversiones. El método que usaremos será el del Valor Actual Neto (VAN) siendo un método que proporciona una valoración financiera en el momento actual de los flujos de caja netos proporcionados por la inversión, es decir, presenta la relación entre los ingresos y los gastos de una inversión en función del tiempo.

$$VAN = -I_0 + \sum_n \frac{B_n}{(1+i)^n} = -I_0 + \frac{F_1}{(1+i)} + \frac{F_2}{(1+i)^2} + \dots + \frac{F_n}{(1+i)^n}$$

Siendo:

$I_0$ = inversión inicial añadiendo unos Costes de mantenimiento (1% de la inversión inicial)

$F$ =Flujo de caja

$i$ =rentabilidad de la inversión,  $i=2,5\%$

$N$ =número de años previsto para amortizar la inversión

Para que la inversión sea rentable, el valor del VAN ha de ser positivo, es decir, para conocer el número de años que necesitamos para amortizar la inversión bastaría con igualar el VAN a cero y despejar  $n$ . Como no se puede despejar  $n$ , el cálculo se realizará de manera iterativa hasta que la expresión utilizada sea cero o positiva.

Realizando este proceso iterativo con  $n$  y sabiendo que  $F$  es el ahorro anual,  $I_0$  la inversión inicial (28161,52€) con un 1% incrementado en costes de mantenimiento (28443,13€) e  $i$  el tipo de descuento, se obtiene el periodo de amortización.



Por último mostraremos una tabla en la que se muestra el ahorro que se establece cada año. Llega un año en el que el valor del beneficio es positivo o lo que es más importante, mayor que cero, esto quiere decir que este es el primer año en el que no tenemos pérdidas y que se empiezan a recoger beneficios, por lo que todos los años atrás han sido años de amortización.

Año	Beneficio acumulado
1	-25925,48122
2	-23469,23851
3	-21072,90415
4	-18735,01698
5	-16454,15144
6	-14228,91677
7	-12057,95612
8	-9939,945727
9	-7873,594124
10	-5857,64134
11	-3890,858137
12	-1972,045256
13	-100,0326884
<b>14</b>	<b>1726,321036</b>

Obtenemos un periodo de amortización de la instalación de 14 años.



Universidad  
Carlos III de Madrid

PROYECTO DE  
INSTALACIÓN DE FONTANERÍA EN EDIFICIO DE  
42 VIVIENDAS CON GARAJE/APARCAMIENTOS

Calle Vetusta (Alcorcón)

M A D R I D

CONCLUSIONES

Atendiendo al estudio realizado a lo largo del proyecto se puede concluir que se ha diseñado correctamente la instalación de fontanería atendiendo a los criterios que en cada caso han sido necesarios, esto es, adecuando la instalación a su propia norma, ley o reglamento a la vez que han sido calculadas en base a los conocimientos teóricos aprendidos en el transcurso de la carrera.

Por todo ello esta obra debe cumplir los plazos de finalización y entrega previstos para llevar a cabo las expectativas fijadas.

El sistema de captación solar es capaz de suministrar por sí solo el 66 % de las necesidades térmicas de la vivienda para poder suministrar el agua caliente sanitaria. De este modo cumplimos la normativa, ya que al encontrarnos en la provincia de Madrid, correspondiente a la zona climática IV, el 60 % es la contribución solar mínima que debemos obtener.

Lo más destacable en este tipo de instalaciones es el gran ahorro medioambiental que se produce, ya que como se ha visto en el apartado de impacto medioambiental, podemos llegar a reducir una cantidad de 7,7 toneladas de CO<sub>2</sub> anuales.

Otra de las conclusiones es la posibilidad de llegar a un acuerdo con la arquitectura propia de los edificios, para que una vez estén en proyecto, se tenga en cuenta la implantación de este tipo de instalaciones. Todo esto con el fin de no encontrarnos grandes problemas de espacio, sombras, etc. que aumentan económicamente la instalación e incluso reducen el rendimiento de la misma.

El principal contratiempo al que se enfrentan este tipo de aplicaciones energéticamente limpias es su alto coste pero se ve amortizado en 14 años, lo cual sale muy rentable a largo plazo.

Por tanto este proyecto no solo ha servido para enseñar de una manera teórico-práctica el cálculo de instalaciones de un edificio de obra singular, sino también para potenciar la labor de un ingeniero de lograr unos objetivos fijados utilizando el menor número de recursos posibles y en un plazo de tiempo limitado.



Universidad  
Carlos III de Madrid

PROYECTO DE  
INSTALACIÓN DE FONTANERÍA EN EDIFICIO DE  
42 VIVIENDAS V.P.P. CON GARAJE/APARCAMIENTOS

Calle Vetusta (Alcorcón)

M A D R I D

REFERENCIAS Y BIBLIOGRAFÍA

- [1] Directiva 2001/77/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 27 de septiembre de 2001
- [2] Orden Ministerial O.M.T. de fecha 9 de Marzo de 1971 de Ministerio de Trabajo
- [3] DB-HS4 *Suministro de agua*, Documento Básico HS Salubridad, Código Técnico de la Edificación.
- [4] DB-HS3 *Calidad del aire interior*, Documento Básico HS Salubridad, Código Técnico de la Edificación.
- [5] LEY PREVENCIÓN DE RIESGOS LABORALES 31/1995, de 8 de noviembre de 1995.
- [6] REAL DECRETO 314/2006, de 17 de marzo por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación.
- [7] DECRETO 120/91, de 11 de junio. Reglamento del suministro domiciliario de agua.
- [8] REAL DECRETO 1027/2007, de 20 de julio, por el que se aprueba el Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios.
- [9] REAL DECRETO 842/2002, de 2 agosto, por el que se aprueba el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión y sus I.T.C. correspondientes.
- [10] REAL DECRETO 314/206, por el que se establecen la reforma o rehabilitación a la instalación de sistemas solares térmicos.
- [11] REAL DECRETO 891/1980, de 14 de abril sobre homologación de los captadores solares.
- [12] NTE\_IFF Normas Técnicas de la Edificación, *Instalación de agua caliente..*
- [13] NTE\_IFC Normas Técnicas de la Edificación, *Instalación de agua fría.*
- [14] UNE EN 1201:2003. *Tubo de polietileno alta densidad(PEAD).*
- [15] UNE EN ISO 15874:2004. *Sistemas de canalización en materiales plásticos para instalaciones de agua fría y caliente. Polipropileno (PP).*
- [16] UNE EN ISO 15875:2004. *Sistemas de canalización en materiales plásticos para instalaciones de agua fría y caliente. Polietileno reticulado (PE-X).*
- [17] UNE 100 030 IN 2005. *Guía para la prevención y control de la proliferación y diseminación de la legionella en instalaciones.*
- [18] UNE 94002:2005. *Instalaciones solares térmicas para producción de agua caliente sanitaria: cálculo de la demanda energética.*
- [19] RITE98 apartado ITE 02. Reglamento de Instalaciones Térmicas en edificios.

[20] RITE98 apartado ITE 02.10. *Reglamento de Instalaciones Térmicas en edificios.*

[21] ORDEN 2106/1994, de 11 de noviembre, de la consejería de Economía, por la que se establecen las normas sobre documentación, tramitación y prescripciones técnicas de las instalaciones interiores de suministro de agua.

[22] ORDEN 1307/2002, de 3 de abril, de la consejería de Economía, por la que se establecen las normas complementarias sobre tramitación de expedientes de instalaciones interiores de suministro de agua.

[23] ORDEN de 28 de julio de 1980, por la que se aprueban las normas e instrucciones técnicas complementarias para la homologación de los captadores solares.

[24] ISO/TR 10217, de septiembre de 1989. *Solar energy; water heating systems; guide to material selection with regard to internal corrosion.*

[25] DTIE 8.03 Documento Técnico en las instalaciones en la Edificación para producción de A.C.S con energía solar térmica.

[26] IDAE *Pliego Condiciones Técnicas para instalaciones de Energía Solar Térmica.*

[27] Ordenanza de Gestión y Uso Eficiente del Agua en la Ciudad de Madrid.

[28] Orden 2016-94 CYII.

[29] NORMA UNE 149201 basada en la norma alemana DIN 1988.



Universidad  
Carlos III de Madrid

PROYECTO DE  
INSTALACIÓN DE FONTANERÍA EN EDIFICIO DE  
42 VIVIENDAS CON GARAJE/APARCAMIENTOS

Calle Vetusta(Alcorcón)

M A D R I D

PLANOS